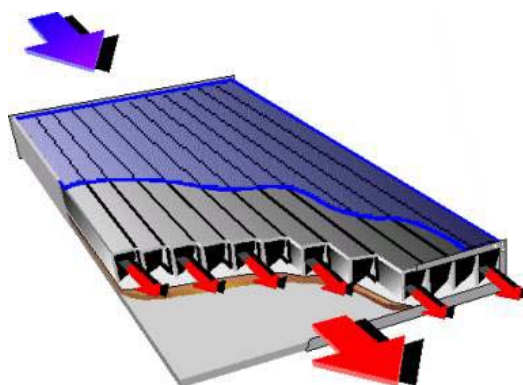


JUMBO SOLAR[®] - GLK

TECHNISCHES HANDBUCH

Technische Daten
Montageanleitung
Bedienungs- und Wartungshinweise



jumbosolar.de

Immer
auf der
Sonnenseite



INHALTSVERZEICHNIS

Inhaltsverzeichnis.....	II
Impressum.....	III
1 JumboSolar - Produktbeschreibung	1
1.1 Begriffserklärung	1
1.2 Anwendungsgebiete	2
1.3 Bestandteile – JumboSolar 20.0-Paket	2
1.4 GRAMMER Standardkollektor GLK - Bestandteile	3
1.5 Technische Daten - GLK.....	4
1.6 Technische Daten – JUMBO SOLAR 20.0	5
1.7 Kollektoranordnung	5
1.8 Planungshinweise	7
1.8.1 Faustformeln für die überschlägige Anlagendimensionierung	7
1.8.2 Richtwerte zur technischen Auslegung	7
1.8.3 Kollektorausrichtung.....	8
1.8.4 Luftverteilsystem – Planungshinweise	8
1.8.5 Luftansaugung - Option Umluftausführung	9
1.8.6 Ventilatoren - Planungshinweise	10
1.8.7 Koppelung mit Lüftungstechnischen Anlagen	10
1.8.8 Hinweise zur Kopplung mit raumlufttechnischen Anlagen	11
1.8.9 Druckverluste.....	12
2. Montageanleitung	13
2.1 Schrägdachmontage	13
2.1.2 Kurzbeschreibung - Schrägdachmontage (Aufdach)	15
2.1.3 Dachdurchführung	16
2.1.4 Dachhakensysteme	17
2.1.5 Montageschienen und Befestigungswinkel	18
2.1.6 Reihenschaltung und Verbindungstechnik	18
2.2 Fassaden-/Wandmontage.....	19
2.2.1 Fassaden-/Wandmontagepaket – Lieferumfang	19
2.2.2 Kurzbeschreibung - Wandmontage	20
2.3 Flachdachmontage	21
2.3.1 Flachdachmontagepaket – Lieferumfang	21
2.3.2 Kurzbeschreibung - Flachdachmontage	23
2.3.3 Untergrund - Bedachung	23
2.3.4 Dachbelastung – Flachdachmontage	24
2.3.5 Schnittstelle Endkollektor-Luftleitsystem	25
3 Zubehör – Bedien- und Einbauhinweise	26
3.1 Ventilatoren	26
3.2 Solarregler DeltaSol BS Plus	27
3.2.1 Steuerung JumboSolar - Solares Zuluftsystem.....	28
3.2.2 Steuerung JumboSolar + SolarBox – Solare Brauchwasserbereitung	30
3.2.3 Temperaturfühler.....	32
4. Fehlerbehebung - Checkliste	33
5 Sicherheitshinweise	34
6 Wartungshinweise	37
6.1 Reinigung der Kollektoren.....	37
6.2 Reinigung des Rohrsystems	37
6.3 Reinigung der Luftauslassgitter und Ventile	37
6.4 Filterwechsel	38
6.5 Befestigungskontrolle der Kollektoren und Gestelle	38
7. Funktionsschemata - JumboSolar.....	39
Datenblatt Herstellerangaben zum Kollektor (Auszug)	44

IMPRESSUM

Dieses Handbuch ist, einschließlich aller seiner Teile, urheberrechtlich geschützt. Eine Verwendung außerhalb des Urheberrechts bedarf der Zustimmung der Firma Grammer Solar GmbH. Insbesondere gilt dies für Vervielfältigungen, Übersetzungen und die Einspeicherung in EDV-Systemen.

Herausgeber: Grammer Solar GmbH, Oskar-von-Miller-Str. 8, 92224 Amberg

Wichtige Hinweise

Sie sollten Ihre Projekte auf Grund eigener Planungen und Berechnungen ausführen. Beachten Sie hierbei stets die jeweils gültigen Normen und DIN-Vorschriften.

Die abgedruckten Bilder und Texte in diesem Handbuch haben nur Beispielcharakter. Wir schließen jegliche Gewähr für die Vollständigkeit dieser Bilder und Texte aus. Werden die im Handbuch vermittelten Inhalte benutzt, geschieht dies auf das Risiko des jeweiligen Anwenders. Eine Haftung des Herausgebers für unvollständige, unsachgemäße oder falsche Angaben und alle daraus eventuell resultierenden Schäden wird generell ausgeschlossen.

Die aktuelle Version des Handbuchs kann auch im Login-Bereich auf <http://www.grammer-solar.de> heruntergeladen werden.

Irrtum und technische Änderungen vorbehalten

1 JUMBO SOLAR - PRODUKTBESCHREIBUNG

1.1 Begriffserklärung

GRAMMER-JumboSolar steht für ein gesundes, produktives Raumklima bei gleichzeitiger Einsparung an Betriebskosten (siehe auch unter: www.JumboSolar.de). Sobald die Sonne scheint liefern die auf dem Dach oder an der Fassade montierten JumboSolar-Kollektoren warme Frischluft, die über ein einfaches Luftverteilsystem im Gebäude zugfrei wird¹. Über eine SolarBox kann mit JUMBO SOLAR zusätzlich Warmwasser bereitet werden.

JUMBO SOLAR steht für große Luftkollektoranlagen ab 20 m² Kollektorfläche.

JUMBO SOLAR bedeutet produktives Raumklima:

GRAMMER-Luftkollektoren erzeugen aus Sonnenenergie warme Frischluft. Diese wird durch das mitgelieferte Zubehör effektiv in Ihrem Gebäude verteilt. JUMBO SOLAR sorgt somit für ein angenehmes, gesundes und produktives Raumklima.

JUMBO SOLAR bedeutet Klimaschutz:

Die mit JUMBO SOLAR erzeugte Wärme wird vollständig aus umweltschonender Sonnenenergie gewonnen und reduziert gleichzeitig Ihren Primärenergieverbrauch für die Belüftung und Beheizung Ihres Gebäudes: Einsparung bei 20 m² JUMBO SOLAR z.B. von bis zu 1400 Liter Heizöl pro Jahr bei gleichzeitiger Reduzierung an klimaverändernden CO₂-Emissionen um jährlich rund 4 t.

JUMBO SOLAR bedeutet Wirtschaftlichkeit:

Die durch JUMBO SOLAR erzielte Reduzierung Ihrer Betriebskosten, niedrige Investitionskosten, kontinuierlich steigende Energiekosten und die Förderung von GRAMMER Luftkollektoren ergeben eine wirtschaftliche Solaranlage. So liegt die statische Amortisationszeit für Ihr JUMBO SOLAR-Gesamtpaket bei derzeitigen Heizölkosten von 0,70 EUR/l i.d.R. unter 10 Jahre!

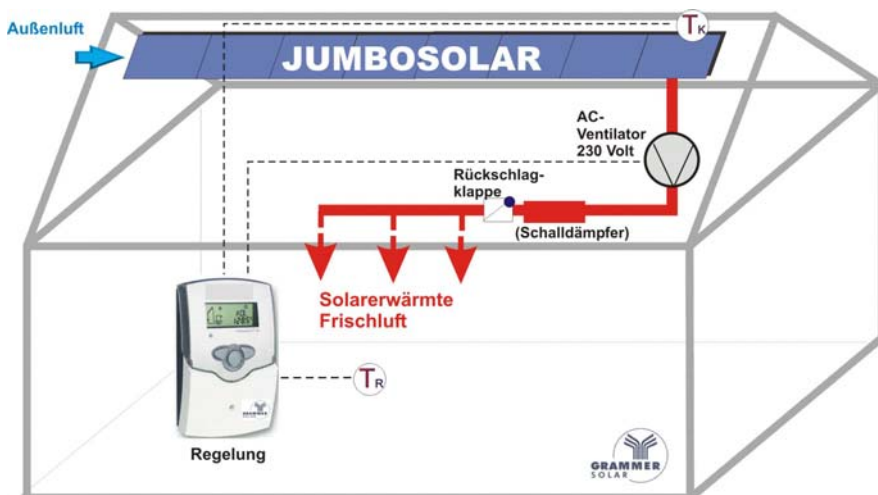
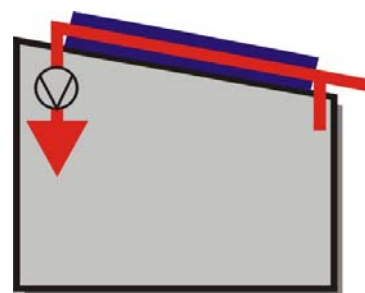


Abb. 1: Funktionsbeschreibung- JUMBO SOLAR

¹ Siehe hierzu auch Kapitel „Funktionsschemata“

1.2 Anwendungsgebiete

- Produktionshallen und Werkstätten aller Art
- Verkaufsräume, Lagerräume / Lagerhallen, Bürogebäude
- Sport- / Schwimmhallen
- Öffentliche Einrichtungen
- Restaurants / Hotels
- Aufenthalts- und Versammlungsräume (z.B. Kinos, Kantinen, Raucherzonen)
- Technische Anlagen mit Lüftungswärmebedarf (z.B.: Trocknungsanlagen)



Grundsätzlich lässt sich JumboSolar überall dort einsetzen, wo ohnehin Lüftungs- und Raumluftechnische Anlagen (RLT-Anlagen) vorhanden sind bzw. Frischluftbedarf vorliegt.

1.3 Bestandteile – JumboSolar 20.0-Paket

- **20 m² Solar-Luftkollektoren vom Typ GLK**, bestehend aus:
 - 1 Stück Filterkollektor GLK F
 - 6 Stück Mittelkollektoren GLK M
 - 1 Stück Endkollektor GLK E
- **Schrägdachmontagepaket**, bestehend aus
 - 10 St. Schrägdachmontagesätzen für GRAMMER Solar-Luftkollektoren GLK (Standard)
- **Dachdurchführung DN 250**, bestehend aus:
 - Grundplatte aus Bleiblech mit Bundkragen und Dichtprofil
 - Rohrdurchführung – Schiebemuffe
- **Rohrventilator inkl. Befestigungsmanschetten für Rohreinbau**
- **Solarregler**, bestehend aus:
 - Differenz-Temperaturregler DeltaSol BS Plus mit Drehzahlregelung
 - Kollektortemperaturfühler PT 1000
 - Raumtemperaturfühler PT 1000
- **Optionen:**
 - Kollektorpaket für Umluftbetrieb (zur Aufheizung im Umluftsystem)
 - Montagepaket für Flachdach/Freifläche
 - Montagepaket für Wand/Fassade

1.4 GRAMMER Standardkollektor GLK - Bestandteile

Hauptbestandteil des JumboSolar sind GRAMMER Standardkollektoren vom Typ GLK (GRAMMER-Luft-Kollektor). Diese, seit über 30 Jahren bewährten Luftkollektoren, werden aus folgenden Materialien gefertigt:

- Kollektorwanne, verzinkt - optional Aluminium
- Flanschrahmen, zur Reihenschaltung der Module, verzinkt/ opt. Aluminium
- Wärmedämmung aus 60 mm Mineralwolle
- Rippenabsorber aus langlebigen Aluminium
- Abdeckung aus 4 mm Einscheibensicherheitsglas

Geprüfte Qualität!

Grammer Luftkollektoren wurden im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsprojekten gemeinsam mit namhaften Forschungsinstituten entwickelt und in den vergangenen Jahren kontinuierlich weiterentwickelt.

Im Rahmen des EU-Forschungsprojektes IEA-Task 19 wurde der Grammer-Luftkollektor 1998 gemeinsam mit 6 weiteren Luftkollektoren vermessen. Der Grammer-Luftkollektor hat hier mit besten Messergebnissen abgeschnitten.

GRAMMER-Luftkollektoren werden gefördert! (Infos: www.grammer-solar.de)



Fraunhofer
Institut
Solare Energiesysteme

arsenal research
Ein Unternehmen der Austrian Research Centers

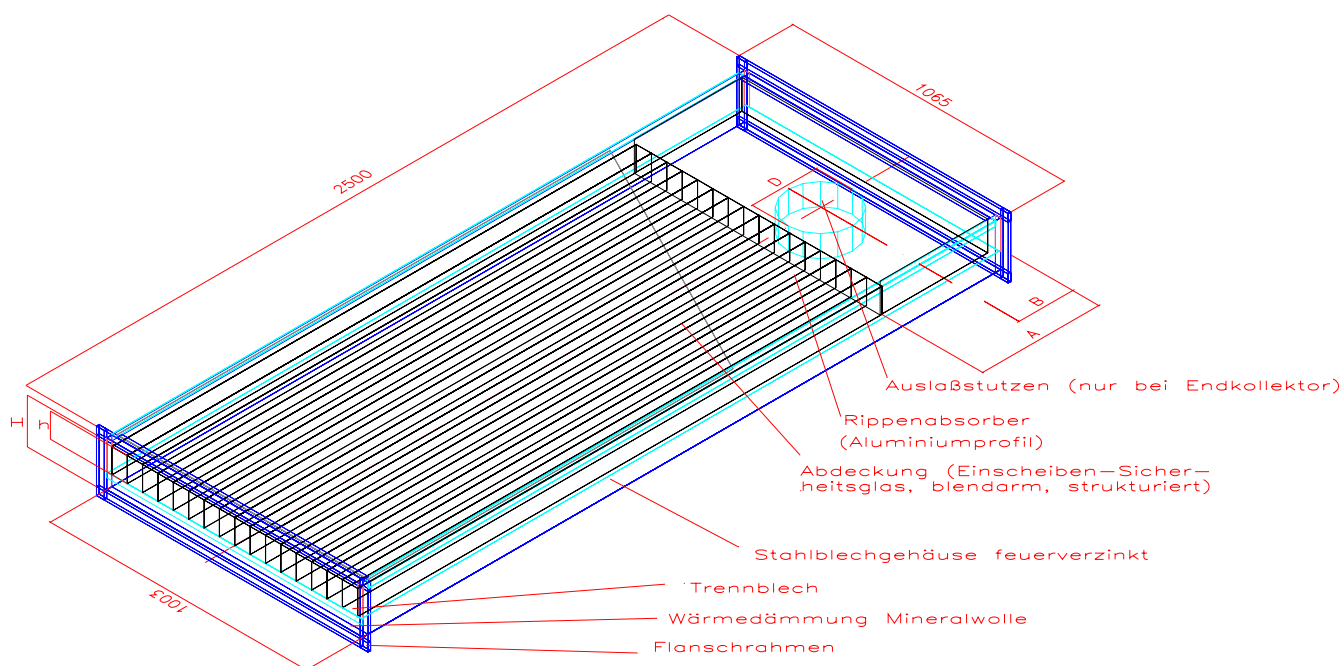
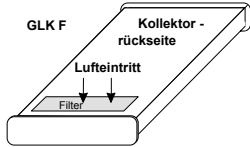
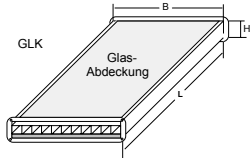
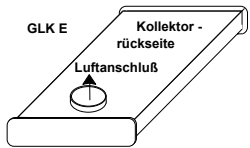


Abb. 2: Standardkollektor GLK E (Endkollektor mit Anschlussstutzen)

1.5 Technische Daten - GLK

Typ	Bild	Kurz- beschreibung	Länge	Breite	Höhe	Gewicht	thermische Leistung
			[mm]	[mm]	[mm]	[kg]	[W _{peak}]
GLK F		Filterkollektor mit integriertem Luftfilter G 4)	2500	1003	187	80	1675
GLK M		Mittelkollektor	2500	1003	187	75	1675
GLK E		Endkollektor mit Luftanschluss- stutzen DN 250 315, 355 mm	2500	1003	187	80	1675

Tab. 1: Skizzen und technische Daten der drei verschiedenen GRAMMER-Standardkollektoren GLK
(Anmerkung: Kollektorbreite und -höhe jeweils ohne Flanschrahmen; dieser trägt in der Breite und Höhe jeweils 2 x 31 mm auf).

Eine Kollektorreihe im Frischluftbetrieb besteht aus einem Endkollektor (**GLK E**), mehreren Mittelkollektoren (GLK M) und einem Filterkollektor (**GLK F**)

Endkollektoren (**GLK E**) haben auf der Kollektorrückseite einen Luftanschlussstutzen mit Durchmesser DN 250, 315 oder 355 mm.

Filterkollektoren (**GLK F**) sind anstatt mit einem Anschlussstutzen mit einem Luftfilter in der Kollektorwanne (Luftansaugung über Rückseite; auswechselbar über Stirnseite) ausgestattet.

1.6 Technische Daten – JUMBOsOLAR 20.0²

- **Bruttokollektorfläche:** 20 m² (2,5 m² pro GLK-Modul)
- **thermische Nennleistung:** 13,4 kWp
- **Solarertrag³:** ~ 525 kWh/a/m²
- **Luftvolumenstrom (möglicher Bereich):** 660 bis 2000 m³/h
- **Abmessungen- Kollektorfeld:** L x B x H = 20 m x 1 m x 0,175 m
- **Nenndurchmesser- Luftanschluss:** DN 250/ 315/355
- **Gesamtgewicht inkl. Montagesystem:** ca. 760 kg

1.7 Kollektoranordnung

Bei JumboSolar-Anlagen werden die einzelnen Kollektormodule mit stirnseitig angebrachten Flanschrahmen zu einer Reihe zusammengeschlossen. Somit ergibt sich ein „Band“ mit einer Länge von 20 m (bei JumboSolar 20.0) und einer Breite von 1 m:

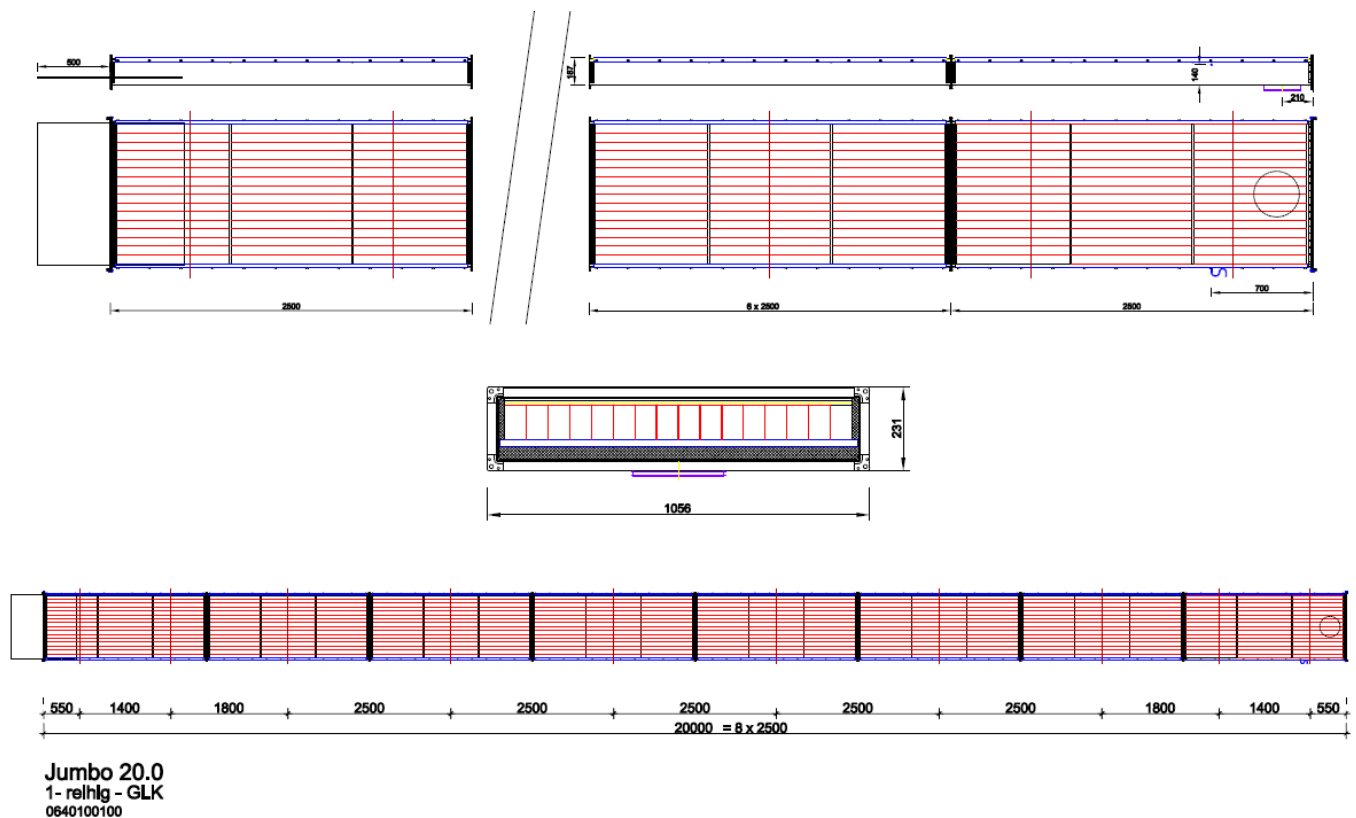
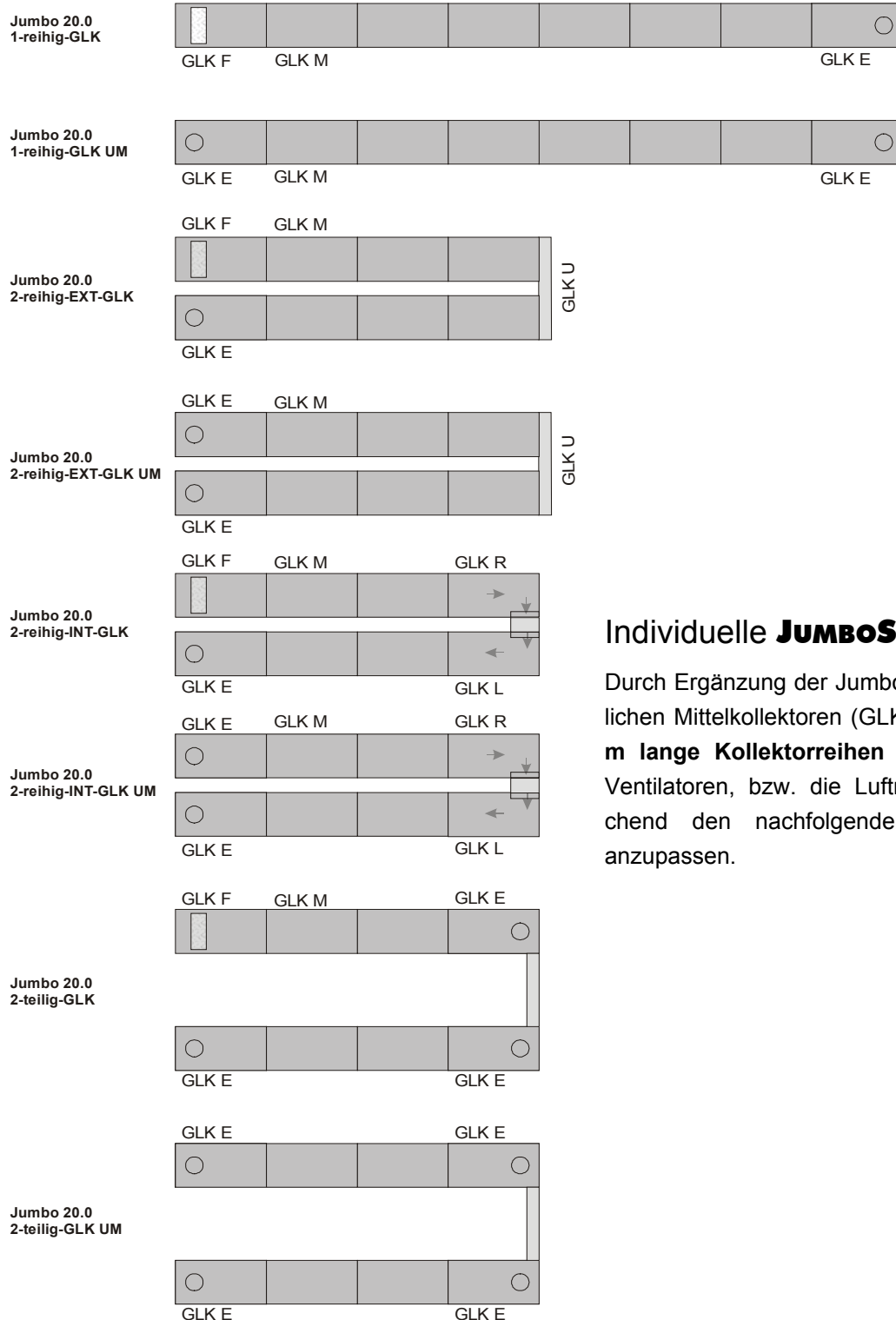


Abb. 3: Reihenanzordnung der Standardkollektoren bei JumboSolar 20.0

² Großanlagen: projektspezifische, technische Daten

³ gemäß Kollektorertragsnachweis

Standardanordnungsvarianten **JUMBO**SOLAR 20.0



Individuelle **JUMBO**SOLAR-Anlagen

Durch Ergänzung der JumboSolar 20.0 mit zusätzlichen Mittelkollektoren (GLK M) können bis **zu 40 m lange Kollektorreihen** realisiert werden. Die Ventilatoren, bzw. die Luftmengen sind entsprechend den nachfolgenden Planungshinweisen anzupassen.

Abb. 4: Standard-Anordnungsvarianten

1.8 Planungshinweise

1.8.1 Faustformeln für die überschlägige Anlagendimensionierung

Kollektorgroße:

- pro 25-50 m³ Gebäudevolumen → 1 m² Kollektorfläche
 pro 1 kW – Heizleistung → 1 m² Kollektorfläche (0,67 kW) Auslegung der Kollektorfläche auf ca. 70 % der Heizleistung

- Primärenergieeinsparung:** bis zu 700 kWh/(m²a) (je m² Kollektorfläche)
 bis zu 70 Liter Heizöl/(m²a)

1.8.2 Richtwerte zur technischen Auslegung

- Kollektorreihenlänge: 20 bis 40 m bzw. 8 -16 GLK-Kollektoren
- Luftvolumenstrom pro Kollektorreihe: 660 bis 2000 m³/h
- Spez. Luftvolumenstrom je m² Kollektorfläche 20 – 80 m³/h
- Luft-Temperaturerhöhung bis zu 40 K bei spez. Volumenstrom 50 m³/h je m² Kollektorfläche (Lüftung, Heizung)
- Luft-Temperaturerhöhung bis zu 80 K bei spez. Volumenstrom 20 m³/h je m² Kollektorfläche (Prozesswärme) abhängig von der momentanen Solareinstrahlung
- Luftströmung bis 1.100 m³/h : Anschlussrohr DN 250 mm
- Luftströmung bis 2.000 m³/h : Anschlussrohr DN 355 mm
- Thermische Nennleistung je m² Kollektorfläche: 670 Watt
- Tragwerksbeanspruchung: ca. 90 kg (je GLK Kollektor inkl. Montagesystem)

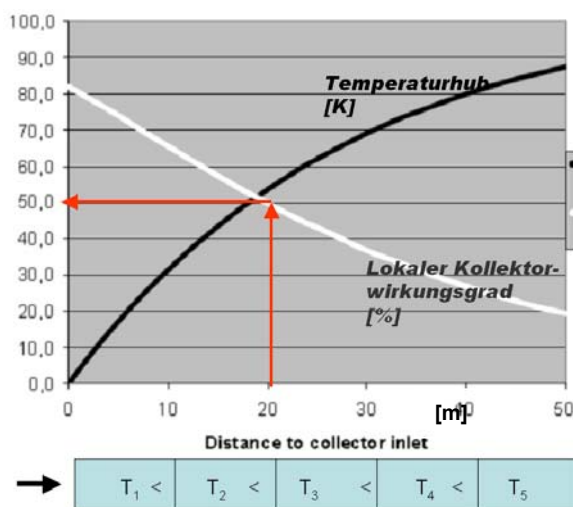


Diagramm:

Temperaturhub und lokaler Kollektorstufigungsgrad in Abhängigkeit der Kollektorreihenlänge [m]

Rahmenbedingungen:

Einstrahlung: 1000 W/m²
 Volumenstrom: 600 m³/h

Beispiel:

20 m Reihenlänge *)
 50 K Temperaturerhöhung
 65% mittlerer Kollektorstufigungsgrad
 50% lokaler Kollektorstufigungsgrad nach 20 m

*) entspricht bei 10m² Kollektorfläche und 600m³/h einem spez. Volumenstrom von 60m³/h je m² Kollektorfläche.

1.8.3 Kollektorausrichtung

Für eine optimale Leistung sollte der Kollektor immer nach Süden ausgerichtet sein, wobei jedoch Abweichungen von bis zu 45° aus der Südrichtung den Energieertrag nur unwesentlich schmälern.

Da ein Warmluftkollektorsystem hauptsächlich in den Winter- und Übergangsjahreszeiten Energie bereitstellt und während dieser Zeiten ein relativ niedriger Sonnenstand herrscht, sollte der Kollektor für den **Idealfall zwischen 45° und 70°** zur Horizontalen aufgeständert werden.

In schneereichen Regionen ist eine Fassadenmontage zu empfehlen!

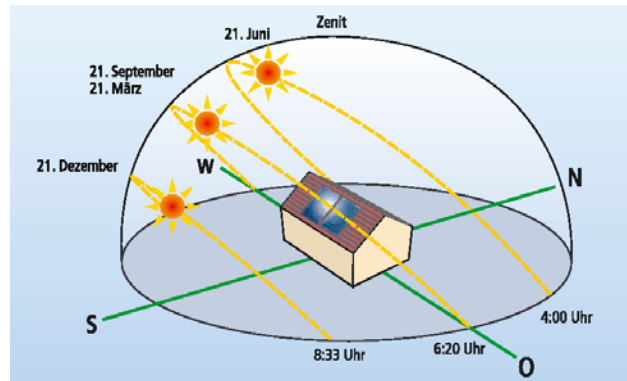


Abb. 5: Sonnenstand in Abhängigkeit der Jahreszeit.
Quelle: DGS-Leitfaden Thermie

1.8.4 Luftverteilsystem – Planungshinweise

- Zur Luftverteilung nur Metallrohre oder Metallkanäle verwenden.
- Kunststoffrohre sollten nicht verwendet werden (Ausdünstung, Geruchsprobleme).
- Zwischen Kollektor und Raum ist prinzipiell eine Rückschlagklappe im Rohr vorzusehen.
- Bei „Komfortanwendungen“ (z.B. in Wohnbereichen) ist nach dem Ventilator ein Hochleistungs-Rohrschalldämpfer einzusetzen.
- Bei lufttechnischer Anbindung von zwei benachbarten Räumen sind dazwischen Telefonieschalldämpfer vorzusehen
- Alle warmluftführenden Rohre sind mit Wärmedämmung zu versehen.
- Kaltluftführende Rohre in warmen Räumen sind wegen Kondensatausscheidung ebenfalls zu dämmen.
- Kurze Rohrwege anstreben um Druck- und Wärmeverluste gering zu halten
- Zulässige Druckverluste der Kollektoranlagen/Ventilatoren beachten
- Zugänglichkeit für Filterwechsel (ein- bis zweimal jährlich!) beachten!

Luftführungszubehör

Passendes Lüftungszubehör erhalten Sie beim Fachgroßhandel in Ihrer Region.

Systemrelevante Bauteile, wie Ventilatoren, Rückschlagklappen und Schalldämpfer sind bei Grammer Solar erhältlich und im Produktkatalog aufgelistet:

Siehe Firmen-Login www.grammer-solar.de

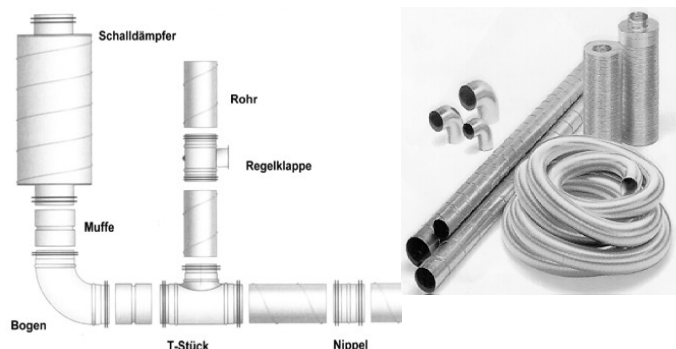


Abb. 6: Luftführungszubehör

1.8.5 Luftansaugung - Option Umluftausführung

JUMBOSOLAR Anlagen werden standardmäßig im sog. „**Frischluftbetrieb**“ ausgeführt, was bedeutet, dass frische Außenluft über einen im Kollektor integrierten Luftfilter (Filterklasse EU 4) angesaugt wird.



Abb. 7: JumboSolar 20.0 mit Frischluftansaugung (Filter links)

Optional: Umluftausführung

Alternativ zum Frischluftbetrieb können JUMBOSOLAR Anlagen auch im Umluftbetrieb ausgeführt werden. Bei der Luftansaugung wird statt einem Filterkollektor GLK F ein Endkollektor GLK E eingesetzt.



Abb. 8: JumboSolar 20.0 in Umluftausführung

Bei folgenden Anwendungen ist eine Umluftausführung sinnvoll bzw. notwendig:

- Reiner Heizbetrieb, keine Lüftung notwendig. Raumluft aus dem Gebäude wird im Kollektor erwärmt und wieder dem Raum zugeführt.
- Komfortabler Filterwechsel im Gebäude statt einem aufwendigen Filterwechsel am Dach.
- Zentrale Luftfilterung/ Ansaugung z.B. in Verbindung mit raumluftechnischen Anlagen. Siehe Beispiel Abb.1.9.
- Bei Anlagen mit Warmwasserbereitung über SolarLuft – Siehe Datenblatt SolarBox

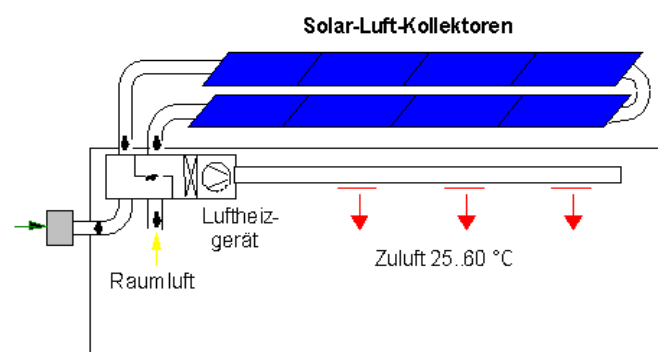


Abb. 9: Umluft- JumboSolar- Anlage in Kombination mit einer Hallenluftheizung

1.8.6 Ventilatoren - Planungshinweise

- Schwingungsentkoppelung zum Rohrsystem: Saugseitig und druckseitig sind flexible Anschlussstutzen (im Lieferumfang enthalten) vorzusehen. Siehe Abb. 1 und 2.
- Schwingungsentkoppelung zum Gebäude: Schwingungskompensatoren zwischen Ventilatorconsole und Unterkonstruktion vorsehen!
- Strömungsgeräusche: Nach Ventilatoren immer Schalldämpfer einsetzen.
- Ventilatoranordnung: Immer saugseitig nach der Kollektoranlage.
- Ventilatoren nie dämmen und vor Wärmestau schützen - Überhitzungsgefahr!
- Ventilatoren sind nicht wetterfest und wasserdicht.
- Inbetriebnahme: Nur bei angeschlossenem Luftrohrsystem.

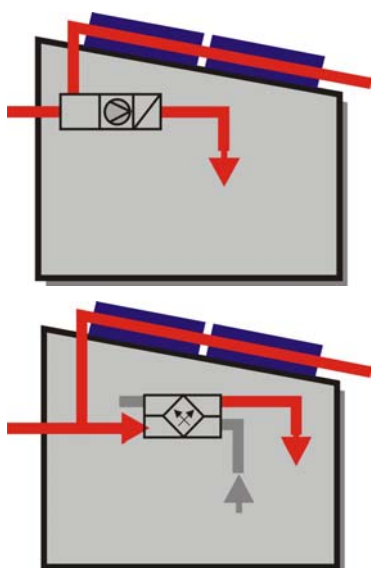


Abb. 10: a) Rohreinbauventilator. Standardventilator bei JUMBOSOLAR 20.0- Anlagen;

b) Befestigungsmanschette zum schwingungsentkoppelten Einbau von Rohreinbauventilatoren - Standardzubehör;

c) Radialventilator. Hochtemperaturbeständig, mit externem Motor (Warmwasserbereitung).

1.8.7 Koppelung mit Lüftungstechnischen Anlagen



SolarLuft-Kollektoren eignen sich ideal für die Koppelung mit raumlüftungstechnischen Anlagen.

Typische Anlagenvarianten:

- Außenluft- oder Mischluftvorwärmung von Hallenluftheizungsanlagen.
- Außenluftvorwärmung von Anlagen mit Wärmerückgewinnungsanlagen.
- Solare Nacherwärmung der Zuluft nach Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung
- Optional: Kombination mit Solarer Warmwasserbereitung. Siehe Datenblatt **SolarBox** bzw. Kap.3.2.2

1.8.8 Hinweise zur Kopplung mit raumlufthechnischen Anlagen

Bei **Kopplung mit Anlagen zur Wärmerückgewinnung** ist ein Bypass im Lüftungsgerät zur Umgehung des Wärmetauschers (bei höheren Kollektortemperaturen als die Ablufttemperatur) vorzusehen.

Luftkollektoren können je nach Anlagenkonfiguration Zulufttemperaturen über 60°C erreichen. Bei Kopplung mit Lüftungsgeräten ist deshalb in Hinblick auf Überhitzungsprobleme am Gerät eine Temperaturregelung in Form einer **Luftmengenmischung** notwendig. Dies kann auch notwendig sein, wenn Brandschutzklappen zum Einsatz kommen. Üblicherweise lösen **Brandschutzklappen bei 72° C** aus !

Je nach Leistungsreserven des Ventilators im Lüftungsgerät ist zu prüfen ob ein **Stützventilator** für die Kollektoranlage notwendig ist. Hinweise zu Druckverlusten von Luftkollektoranlagen finden Sie im Kapitel „Druckverluste“

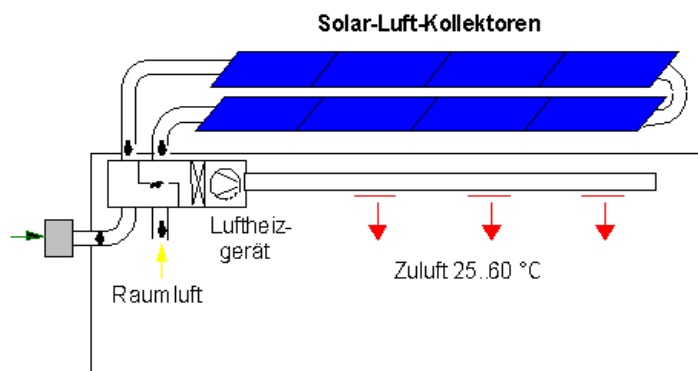


Abb. 11: JUMBOSOLAR in Verbindung mit raumlufthechnischer Anlage

Alternative: Nachschaltung des Luftkollektors zur **solaren Nacherwärmung** nach dem Lüftungsgerät. Regelungstechnisch ist ein Luftkollektor bei dieser Variante relativ einfach einzubinden. Nachteil ist der höhere Verrohrungsaufwand (Vor- und Rücklauf) zwischen Lüftungsanlage und Kollektor. Üblicherweise ist nach der Kollektoranlage ein angepasster Ventilator vorzusehen.

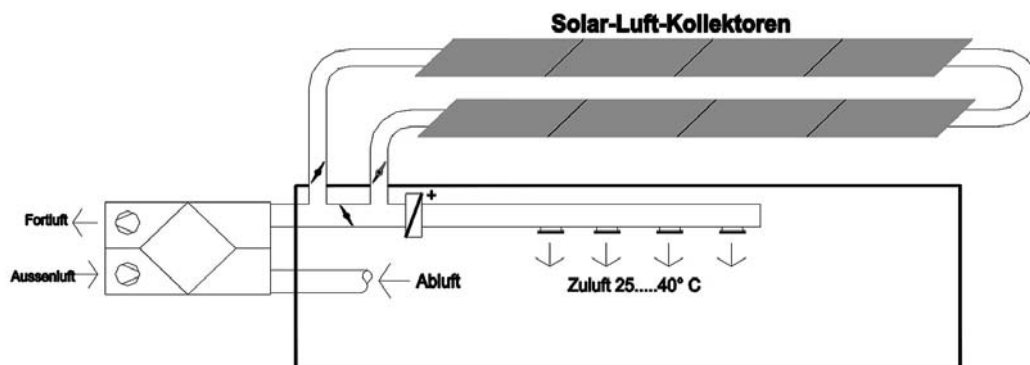


Abb. 12: JUMBOSOLAR zur solaren Nacherwärmung

Detaillierte Schaltschemas: Siehe Anhang

1.8.9 Druckverluste

Der Druckverlust ergibt sich aus längenbezogenen Reibungswiderständen in den Absorberkanälen und den beiden Einzelwiderständen der Ein- und Ausströmungsanschlüsse. Der Druckverlust p [Pa] steigt mit zunehmender Strömungsgeschwindigkeit v [m/s] überproportional an.

Um die gewünschte Luftmenge zu fördern, muss dieses Druckgefälle durch eine entsprechende Druckerhöhung im Ventilator ausgeglichen werden. Hierbei gilt allgemein der Grundsatz "Minimierung der Betriebskosten (Stromkosten) für die Luftführung".

Den folgenden Grafiken kann für jeden Kollektortyp der Reibungswiderstand [Pa/m Kollektorlänge] in Abhängigkeit von der Strömungsgeschwindigkeit im Absorber entnommen werden:

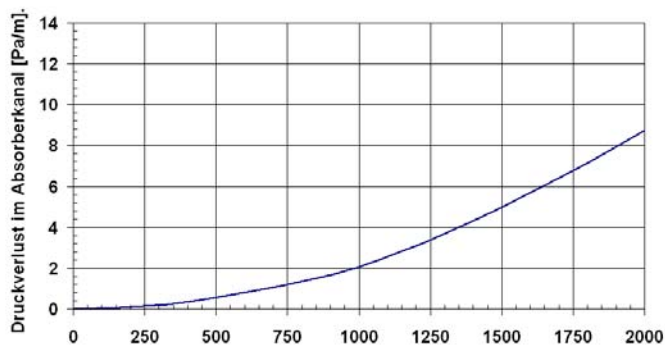


Diagramm 1:

Druckverluste je lfm Kollektor (Absorberkanallänge)
in Abhängigkeit des Volumenstromes

Beispiel:

1,2 Pa/m x 20 m = 24 Pa

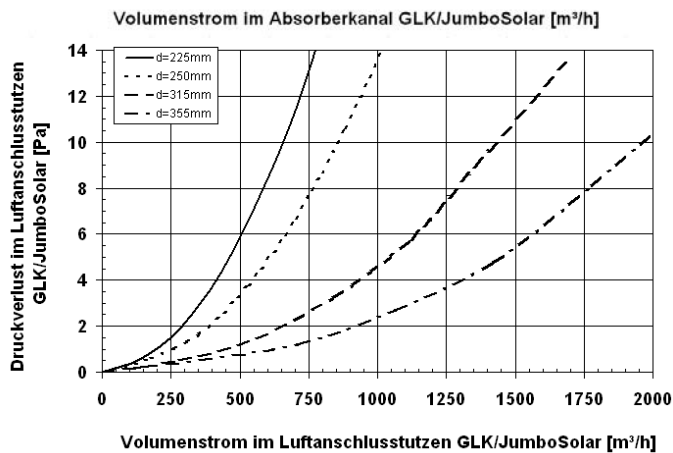


Diagramm 2:

Druckverluste im Lufteinlass *)
Druckverluste am Luftauslass

Beispiel:

Luftanschluss 8 Pa
Filter ca. 8 Pa
Übertrag Diagr. 1 24 Pa

Gesamtdruckverlust: 40 Pa

Abb. 13: Diagramme zum Druckverlust

2. MONTAGEANLEITUNG

Vor der Montage der Luftkollektoren müssen alle mit der Solaranlage in Verbindung stehenden Schnittstellen entsprechend der Systemauslegung abgeklärt und ausgeführt sein: Dachdurchführung (wasserdicht) und Verbindung mit dem Luftleitsystem (= Schnittstelle mit Luftaustritt aus der Kollektoranlage), Lufteinlass in die Kollektoranlage (bei Umluft-Ausführung), Befestigung auf dem Dach, etc.. Insbesondere müssen alle Vorkehrungen zur Absicherung der Montagearbeiten getroffen sein (Absturzsicherung, Schutz vor herab fallenden Gegenständen, Nachweis der Dachstatik bauseits, a.a.R.d.T.).

Der Kollektor darf keinem direktem Strahlwasser ausgesetzt sein. Außerdem ist darauf zu achten, dass sich durch das Montagesystem oder die spezifische Einbausituation kein stehendes Wasser auf dem Kollektor ansammeln kann.

2.1 Schrägdachmontage

Bei der Schrägdachmontage werden die Luftkollektoren über Winkelprofile, Montageschienen und Dachhaken am Dachstuhl befestigt. Die Dachkonstruktion wird durch das Gewicht der Kollektoren und des Montagesystems zusätzlich belastet. Das Gesamtgewicht einer JUMBO SOLAR 20.0 Anlage inkl. Montagesystem beträgt ca. 760 kg.



Abb. 14: Beispiele von auf Schrägdächern montierten Standardkollektoren

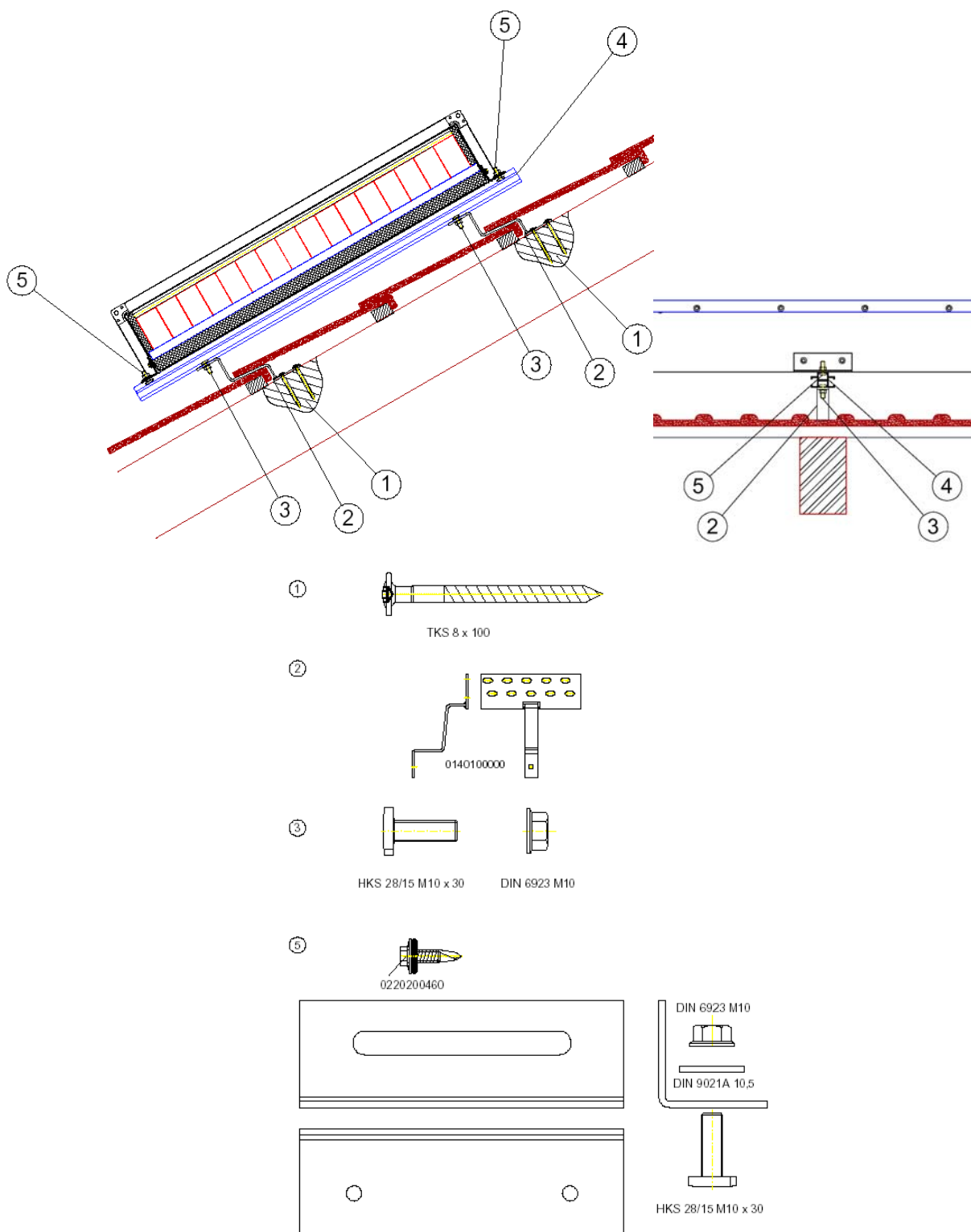


Abb. 15: Reihenanzordnung und Positionierung der Montageschienen beim JUMBO SOLAR-Schrägdachmontagesystem (hier Umluftausführung)

2.1.1 Kurzbeschreibung - Schrägdachmontage (Aufdach)

- ☒ Alle Sicherheitsvorkehrungen müssen vor Beginn der Montage getroffen sein! ⁴
- ☐ Zur Montage der Solaranlage empfiehlt sich eine Montagegruppe, bestehend aus 2-3 Personen
- ☐ Einmessen des Kollektorfeldes (weitestgehend verschattungsfrei, möglichst in südlicher Ausrichtung)
- ☐ Einmessen der Dachdurchführung (darf nicht mit Dachsparren, -pfetten, o.ä. kollidieren) und der Befestigungspunkte für die Dachhaken ⁵
- ☐ Dachziegel im Bereich der Dachdurchführung und der Dachhaken abdecken
- ☐ Durchbruch für Dachdurchführung erstellen. Bei Verwendung der Bleiblech-Dachdurchführung diese regendicht an die Ziegelform anpassen.
- ☐ Dachhakenposition festlegen und anzeichnen
- ☐ Dachhaken auf Sparren bzw. auf Dacheinschalung (über Ausgleichsholz) befestigen
- ☐ Dachziegel an Dachhaken anpassen (ggf. Tropffalz abtrennen) und wieder eindecken
- ☐ Montageschienen auf Dachhaken montieren (senkrechte bzw. waagerechte Ausrichtung beachten)
- ☐ Befestigungswinkel auf Montageschienen befestigen (ggf. Winkel zuerst am Kollektor befestigen)
- ☐ Endkollektor am rückseitigen Bundkragen luftdicht mit Schiebemuffe verbinden, durch die Dachdurchführung führen und in die beiden Schrägdachmontagesätze einlegen
- ☐ An den Dichtflächen des Flanschrahmens eine endlose Spur neutral vernetzendes Silikon aufbringen
- ☐ Anordnung Endkollektor mit Tauchhülse für Kollektorfühler beachten. Bei mehreren Kollektorreihe eine Reihe als Referenzreihe für die Messung der Kollektoraustrittstemperatur wählen.
- ☐ Den zweiten Kollektor (Mittelkoll.) in den Montagesatz einlegen und mit den zuvor montierten Kollektor verbinden.
- ☐ Die Kollektoren an den beiden Flanschrahmen mittels der Sechskantschrauben und Sechskantmuttern verschrauben (das vorher eingebrachte Silikon ergibt dabei eine dauerhaft luftdichte Verbindung)
- ☐ Mit den restlichen Kollektoren analog verfahren, bis die Kollektorreihe komplett ist
- ☐ Kollektoren mittels der Fassadenbauschrauben an den Befestigungswinkeln fixieren.

Werkzeugliste:

Gabelschlüssel SW15, SW17, Schraubendreher Set, Maßband, Markierungsstift, Hammer, Bohrmaschine mit Schraubeinsatz (Torx T40 Bit), SW8 Einsatz für Spezial-Bohrschrauben, Elektrischer Fuchsschwanz, Winkelschleifer mit Steinscheibe (für Ziegel)

⁴ Details: siehe unter „Sicherheitshinweise“

⁵ Detail: siehe unter „Dachdurchführung“ und „Dachhaken“

2.1.2 Dachdurchführung

Die Dachdurchführung des JUMBO SOLAR besteht aus einer flexiblen Bleiblechplatte (kann an verschiedenste Ziegel und Pfannenformen angepasst werden), einem Bundkragen (DN 280, wasserdicht in die Bleiblechplatte integriert), einem Dachdichtprofil sowie einem Rohrstutzen (DN 250, Länge 400mm). Über diesen Rohrstutzen (Schiebemuffe) wird die Luftkollektoranlage (Endkollektor **GLK E**) mit der Luftanschlussleitung verbunden.

Die Verbindung zwischen Endkollektor und Luftanschlussleitung ist gegen Abrutschen vom Kollektoranschluss zu sichern (Silikon, Blehschrauben bzw. Bandschelle).

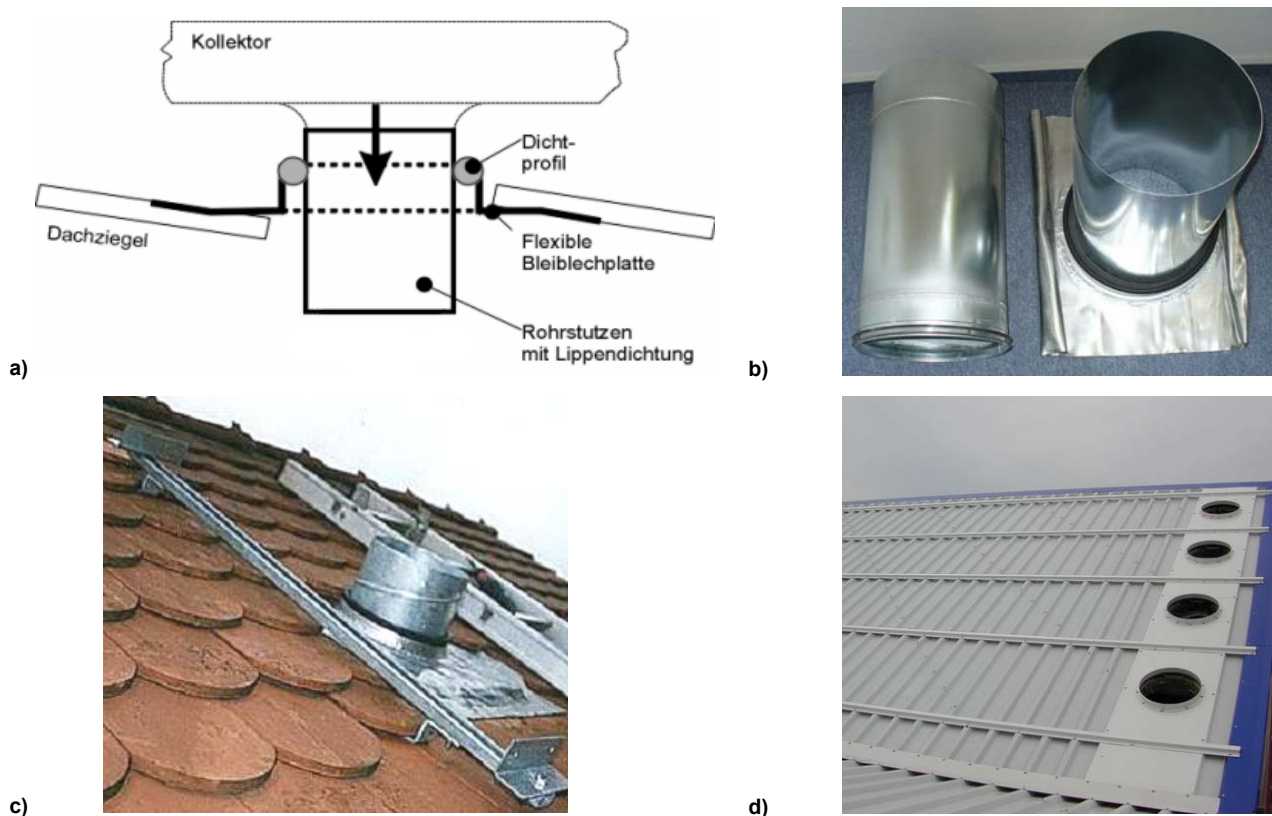
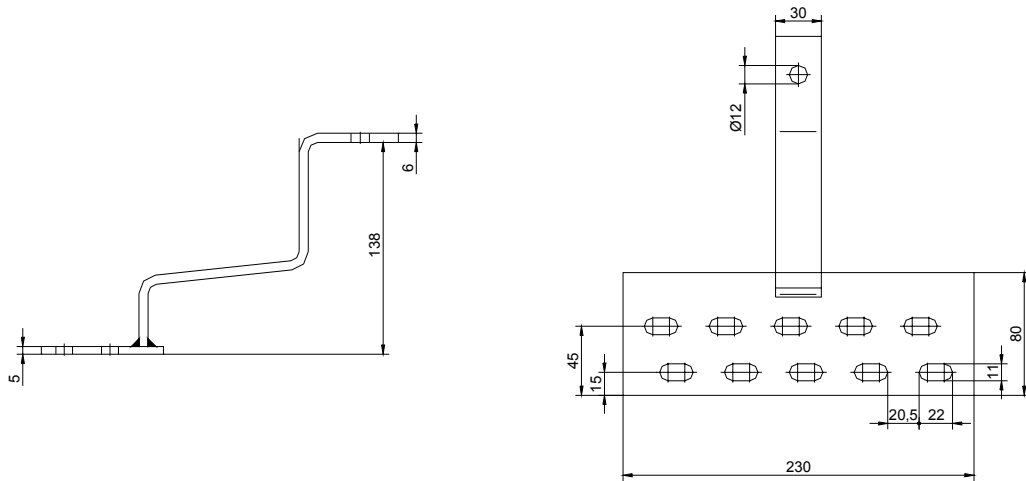


Abb. 16: Dachdurchführung Beispiele:

- a) Schnittbild Dachdurchführung;
- b) JumboSolar Dachdurchführung DN 250 mm;
- c) Dachdurchführung bei Biberschwanzdach;
- d) Individuell gefertigte Dachdurchführung.

2.1.3 Dachhakensysteme

Die Dachhaken werden über Holzschrauben (8 x 100 mm) auf den Sparren befestigt. Um Höhendifferenzen bei verschiedenen Ziegelarten auszugleichen, werden Auflage- bzw. Ausgleichshölzer verwendet. Die Kollektoren können mit diesem System sowohl horizontal als auch vertikal auf dem Dach montiert werden.



a)



b)



c)



d)



e)



f)

Abb. 17: Dachhakensysteme:

- a) GRAMMER- Dachhaken Standard (für Pfannenziegel);
- b) montierter Standard-Dachhaken;
- c) Dachhaken nach Montage, mit wieder fixiertem Dachziegel;
- d) Dachhaken und Blechziegel für Biberschwanzdach;
- e) Blechfalzklemme für Falzdächer;
- f) Stocksraubensystem für Trapezblechdächer oder Welleternit.

2.1.4 Montageschienen und Befestigungswinkel

Die Montageschienen werden auf den Dachhaken mittels Hammerkopfschrauben M10 x 30 und Sperrzahn-mutter M10 befestigt.

Je Filterkollektor (GLK F) und je Anschlusskollektor (GLK E) sind zwei Montageschienen, je Mittelkollektoren (GLK M) eine Montageschiene vorzusehen.

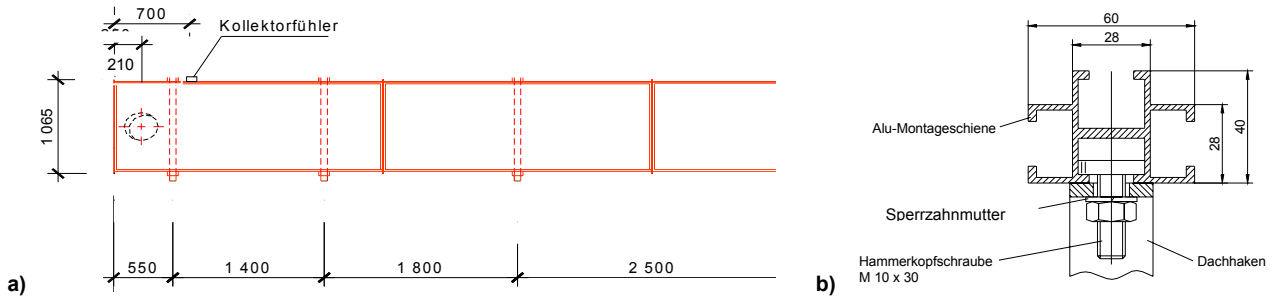


Abb. 18: a) Anordnung der Montageschienen (ca.-Maße); b) GRAMMER-Montageschiene

2.1.5 Reihenschaltung und Verbindungstechnik

Standardkollektoren werden mittels Flanschrahmen (verwindungssteifes Blechprofil mit Bohrungen an den Ecken) in Reihe luftdicht verschraubt (Sechskantschrauben M10 x 25 und Sechskantmutter M10, Ausführung in Edelstahl V2A):

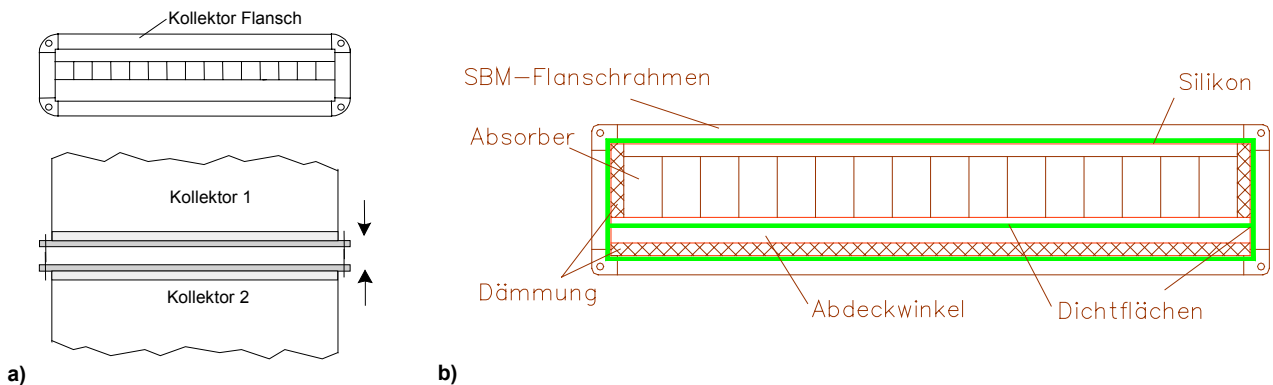


Abb. 19: a) Reihenschaltung der Kollektoren über Flanschrahmen

b) Zur luftdichten Verbindung der Kollektoren untereinander wird vor dem Verschrauben eine Silikonspur um die Stirnseiten der Flanschrahmen gezogen.

Auf die Dichtflächen an den Kollektorflanschen wird vor der Kollektorverbindung eine durchgehende Silikonspur aufgebracht (Hinweis: neutral vernetzendes Silikon verwenden). **Hinweis bei 2-reihiger Ausführung mit seitlicher Umlenkung:** die seitlichen Kollektorverbindungen (seitliche Umlenkungen) sind an den Dichtflächen am Rechteckkanal mit Silikon abzudichten.

2.2 Fassaden-/Wandmontage

2.2.1 Fassaden-/Wandmontagepaket – Lieferumfang

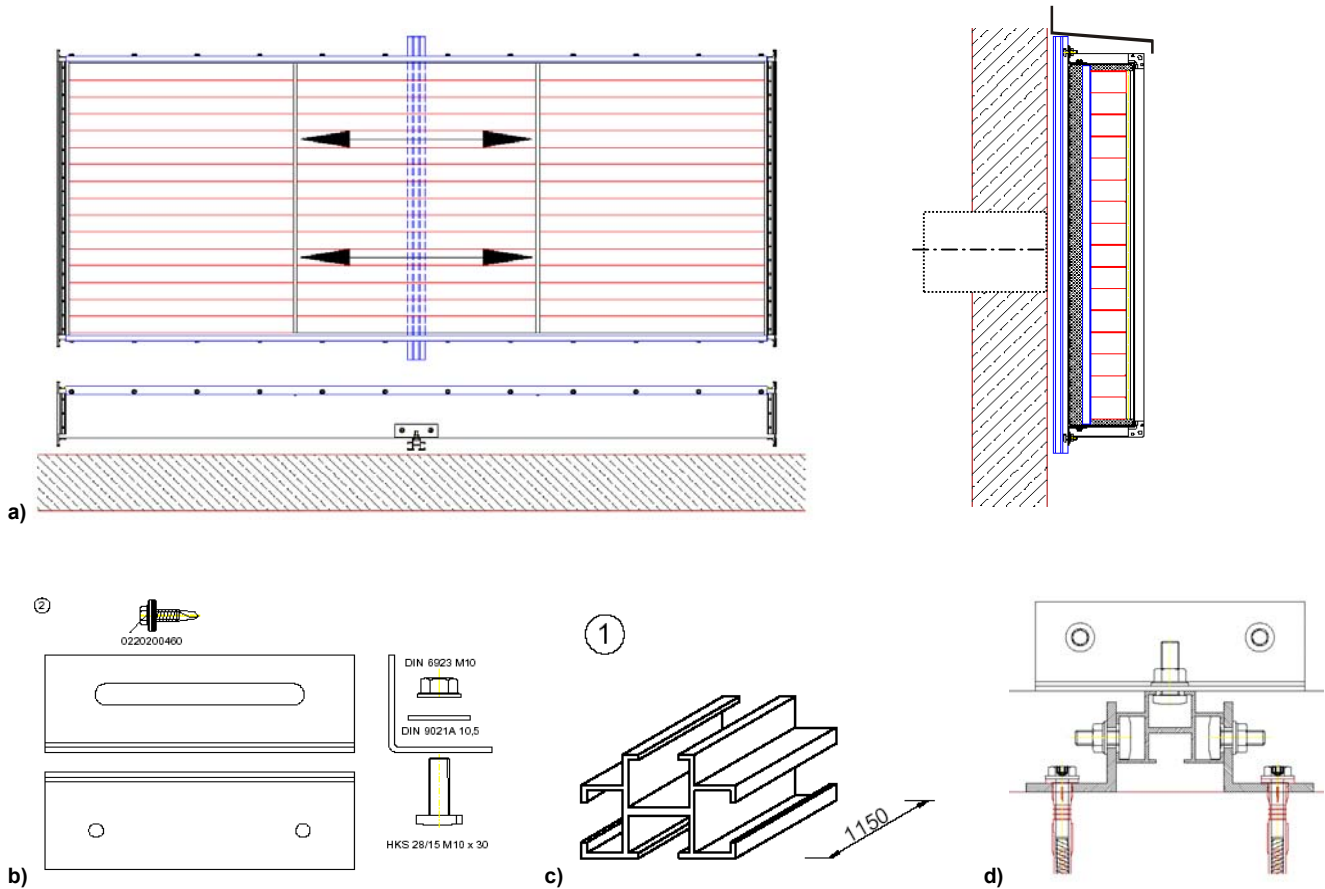


Abb. 20: a) Wandmontage mit dem Standard- Wandmontageset (= Basis-Set Schrägdachmontage)

b) Befestigungswinkel GLK

c) Montageschiene

d) Montage der Schiene über Haltewinkel (z.B. Art. Nr. 0650400110) an der Fassade.

Je nach Wandaufbau sind geeignete Befestigungselemente (Schrauben, Dübel...) und eine passende Rohrdurchführungen zu wählen.

Je Filterkollektor (GLK F) und je Anschlusskollektor (GLK E) sind zwei Montageschienen, je Mittelkollektor (GLK M) eine Montageschiene vorzusehen.

Bei Fassadenmontage ist ein **Regenschutzblech** (Art. 0650400250) siehe Abb. 20a vorzusehen.

2.2.2 Kurzbeschreibung - Wandmontage

- ☒ Alle Sicherheitsvorkehrungen müssen vor Beginn der Montage getroffen sein! (siehe auch unter "Sicherheitshinweise")
- ☐ Zur Montage der Solaranlage empfiehlt sich eine Montagegruppe, bestehend aus 2-3 Personen
- ☐ Einmessen des Kollektorfeldes (weitestgehend verschattungsfrei, möglichst in südlicher Ausrichtung)
- ☐ Bei Filterkollektoren beachten: Stirnseitig ausreichend Platz für den Filterwechsel vorsehen (mindestens 600mm freien Abstand von Solaranlage)
- ☐ Durch das verwendete Montageschienenprofil wird der Abstand Kollektorwanne– Wand/Fassade bestimmt. Bei Verwendung von GRAMMER- Montageschienen beträgt der Abstand 56 mm (Mindestabstand= 27 mm; durch den überstehenden Flanschrahmen des Kollektors vorgegeben)
- ☐ Einmessen und Herstellen (z.B. Kernbohrung) der Wanddurchführung(en) (dürfen nicht mit Einbauten in der Wand/Fassade kollidieren, z.B. Träger, Rohre) und des Kollektorfeldes (weitestgehend verschattungsfrei, möglichst in südlicher Ausrichtung)
- ☐ Wärme gedämmte Wanddurchführung im Wand-/Fassadendurchbruch fixieren und evtl. zwischen Wand/Fassade und Wanddurchführung noch vorhandene Undichtigkeiten abdichten
- ☐ Position der Montageschienen festlegen und anzeichnen (horizontale bzw. waagerechte Ausrichtung: siehe Abbildung 2.2)
- ☐ Montageschienen über ein an den Untergrund angepasstes Befestigungssystem (Dübel, Schrauben; Gewicht pro Kollektormodul inkl. Montagesystem: rund 90 kg) an der Wand/Fassade befestigen
- ☐ Kollektormontage: Zuerst den Endkollektor mit Luftanschlussstutzen montieren. Hierzu pro Montageschiene 2 Stck. Befestigungswinkel im Abstand der Kollektorbreite (1003 mm) mittels Hammerkopfschraube und Sperrzahnmutter verschrauben.
- ☐ Kollektor zwischen Befestigungswinkel auf Montageschiene positionieren und mittels 4 Stck. Spezial-Bohrschrauben von oben und unten mit Befestigungswinkel verschrauben (jeweils 2 Stck.). Hinweis: Hierfür sind die Befestigungswinkel bereits vorgelocht!
- ☐ Silikon (neutral vernetzend) zu Abdichtungszwecken am Flanschrahmen des Kollektors aufbringen
- ☐ Den zweiten Kollektor analog auf die Montageschienen montieren und mit dem vorher montierten Kollektor über die Flanschrahmen mittels 4 Stck. Schrauben M10 x 25 und 4 Stck. Sechskantmutter M10 luftdicht verschrauben.
- ☐ Anordnung Endkollektor mit Tauchhülse für Kollektorfühler beachten. Bei mehreren Kollektorreihe eine Reihe als Referenzreihe für die Messung der Kollektorausstrittstemperatur wählen.
- ☐ Abschließend die restlichen Kollektormodule nach und nach montieren.

Werkzeugliste:

Gabelschlüssel SW15, SW17, Schraubendreher Set, Maßband, Markierungsstift, Hammer, Bohrmaschine mit Schraubeinsatz (Kreuzschlitz Bit), Einsatz für Spezial-Bohrschrauben SW8. Bei Mauerwerk Schlag-Bohrmaschine + 10 mm Steinbohrer, Je nach Wandaufbau geeignetes Werkzeug für Wanddurchbruch bzw. Kernbohrung.

2.3 Flachdachmontage

JUMBO SOLAR-Flachdachmontagepakete ermöglichen eine flexible Montage auf unterschiedlichsten Untergrund und mit einem variablen Aufständerungswinkel von 20°, 30° 45° oder 60°.



Abb. 21: GLK- Standardanlage auf Flachdach

2.3.1 Flachdachmontagepaket – Lieferumfang

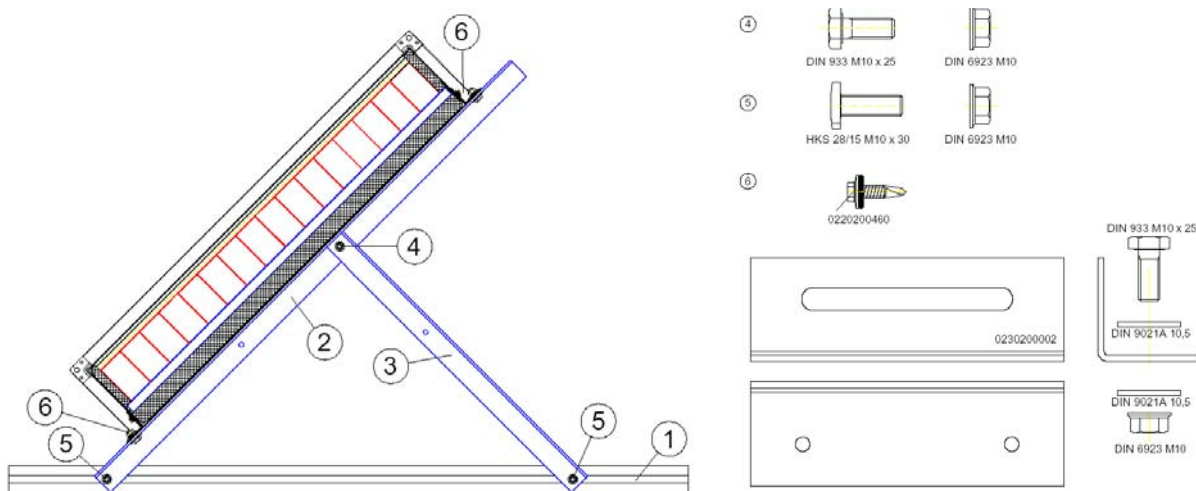


Abb. 22: Aufständerungsdreieck mit 45° Aufständerungswinkel

Je Filterkollektor (GLK F) und je Anschlusskollektor (GLK E) sind zwei Aufständerungs-Dreiecke, je Mittelkollektoren (GLK M) ein Dreieck vorzusehen.

Alternativ sind auch zweireihige Aufständerungen (Abb. 23) in 30° und 45° Neigungswinkel erhältlich. Auf einem großen Aufständerungsdreieck können so zwei parallele Kollektorreihen montiert werden.

Beachten Sie bitte auch Kapitel 2.3.3 Untergrund – Bedachung.

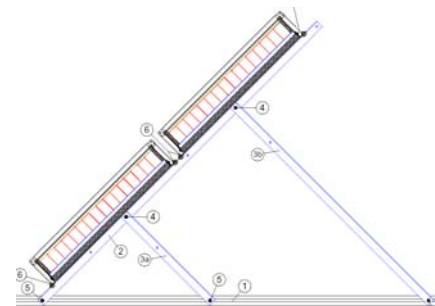


Abb. 23: 2-reihige Aufständerung

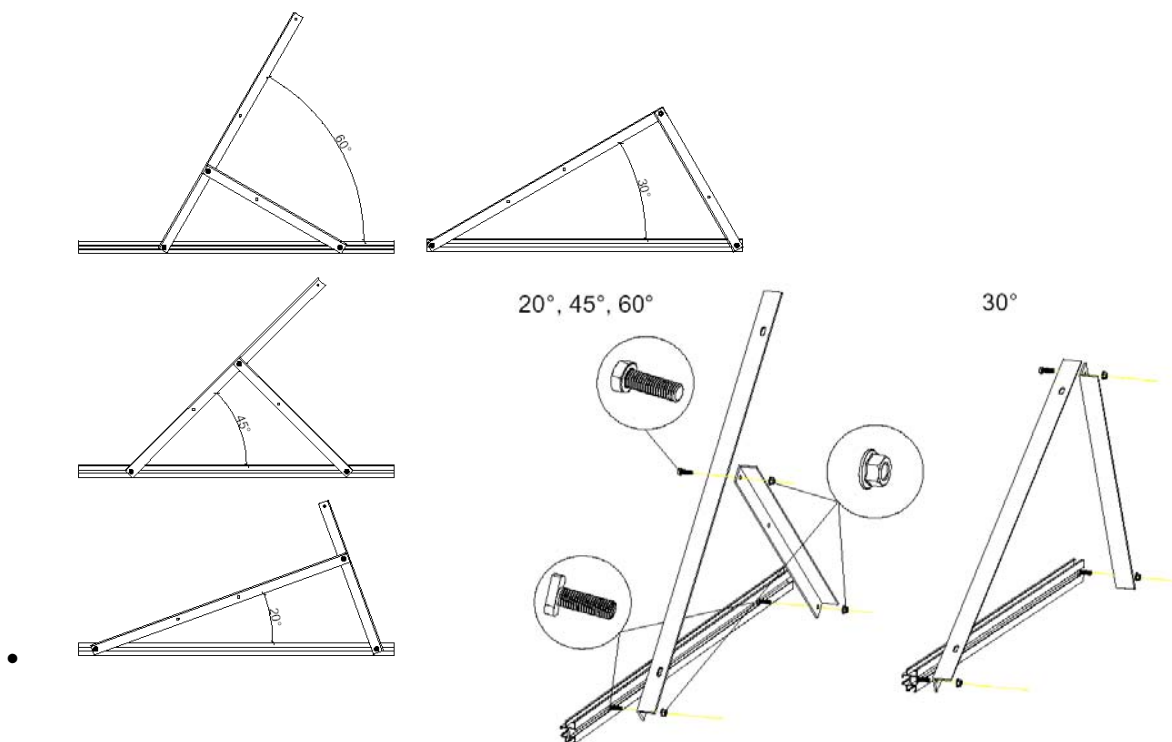


Abb. 24: Aufbau der Aufständerdreiecke

Bei **zwei- oder mehrreihigen Kollektoranlagen** empfiehlt es sich die Montageschienen (1) untereinander zu verbinden, bzw. ein zwei- oder mehrreihiges Montagesystem zu bestellen. Im Hinblick auf einen verschattungsfreien Anlagenbetrieb der hinteren Kollektorreihe ist in Deutschland ein Abstand von 2,5 m einzuhalten.

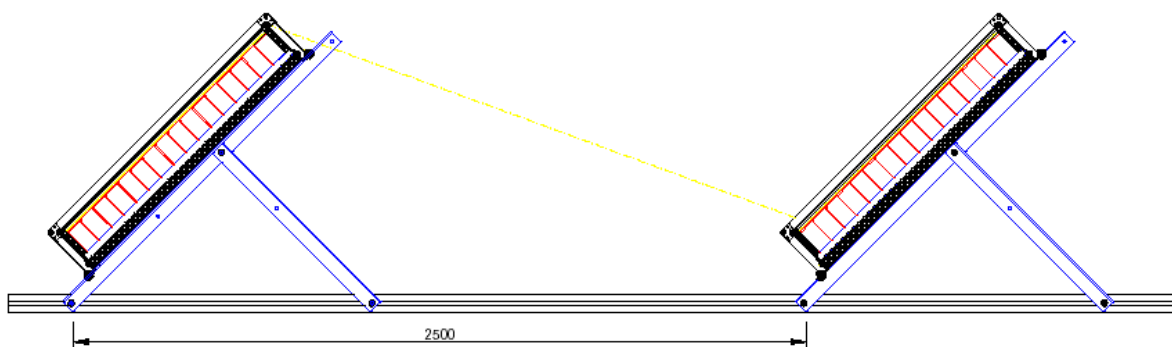


Abb. 25: Abstand zweier Kollektorreihen bei Flachdachmontage (2,5 m)

2.3.2 Kurzbeschreibung - Flachdachmontage

- ☒ Alle Sicherheitsvorkehrungen müssen vor Beginn der Montage getroffen sein!
(siehe auch unter "Sicherheitshinweise")
- ☐ Zur Montage der Solaranlage empfiehlt sich eine Montagegruppe, bestehend aus 2-3 Personen
- ☐ Einmessen des Kollektorfeldes (weitestgehend verschattungsfrei, möglichst in südlicher Ausrichtung)
- ☐ Aufständeringgestelle im gewünschten Winkel zusammenschrauben und positionieren
- ☐ Endkollektor in das ersten zwei Aufständeringgestelle einlegen
- ☐ Anordnung Endkollektor mit Tauchhülse für Kollektorfühler beachten. Bei mehreren Kollektorreihe eine Reihe als Referenzreihe für die Messung der Kollektorausstrittstemperatur wählen.
- ☐ An den Dichtflächen des Flanschrahmens eine endlose Spur neutral vernetzendes Silikon aufbringen
- ☐ Den zweiten Kollektor (Mittelkollektor) in den Montagesatz einlegen und an den zuvor montierten Kollektor heranrücken
- ☐ Die Kollektoren am Flanschrahmen verschrauben (das vorher eingebrachte Silikon ergibt dabei eine dauerhaft luftdichte Verbindung)
- ☐ Mit den restlichen Kollektoren analog verfahren, bis die Kollektorreihe komplett ist
- ☐ Das noch lose unter den Kollektoren befindlichen Aufständeringssystem rechtwinklig ausrichten
- ☐ Kollektoren mittels der Fassadenbauschrauben an den Befestigungswinkel fixieren

2.3.3 Untergrund - Bedachung

Je nach Ausführung der Bedachung sind folgende Hinweise zu beachten:

Folienbedachung ohne Kiesauflage: Das Aufständeringssystem ist mit speziellen Auflegewinkeln (2) (Art.Nr. 0650400160) und Bautenschutzmatte (1) auf Foliendächern aufzustellen und zusätzlich gegen Windlasten zu sichern (z.B. Abspannen des Kollektorfeldes mit Seilen). Alternativ kann die Aufständering über Betonsteine und Bautenschutzmatte auf Foliendächern montiert werden.

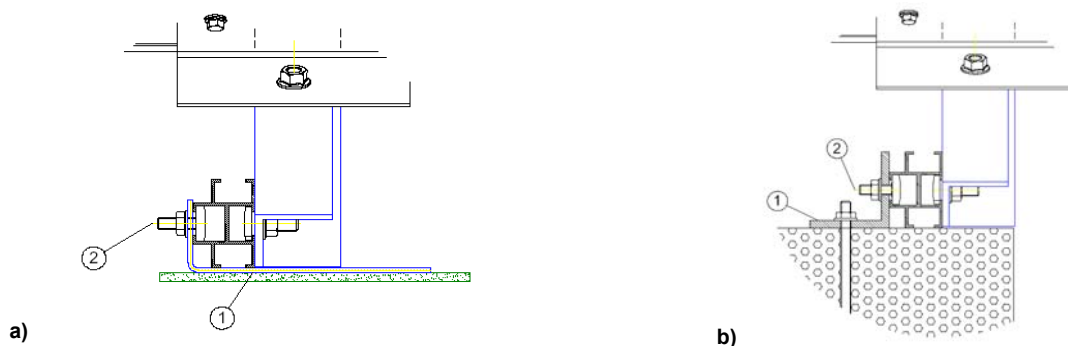


Abb. 26: a) Auflegewinkel (Flächenpressung ca. 0,9 N/cm²; b) Montage auf Betonsteinen

Folienbedachung mit Kiesauflage: Montage analog zu Folienbedachung ohne Kiesauflage, jedoch ohne Unterlage einer Bautenschutzmatte.

Stehfalzbedachungen: Die Auflageprofile werden je nach Ausrichtung quer oder längs der Falze montiert und mittels geschraubter Stehfalzaschen bzw. Blechfalzklemmen angeklemt. Der Werkstoff des Befestigungsprofils ist entsprechend der Bedachung zu wählen (Edelstahl, Aluminium..).

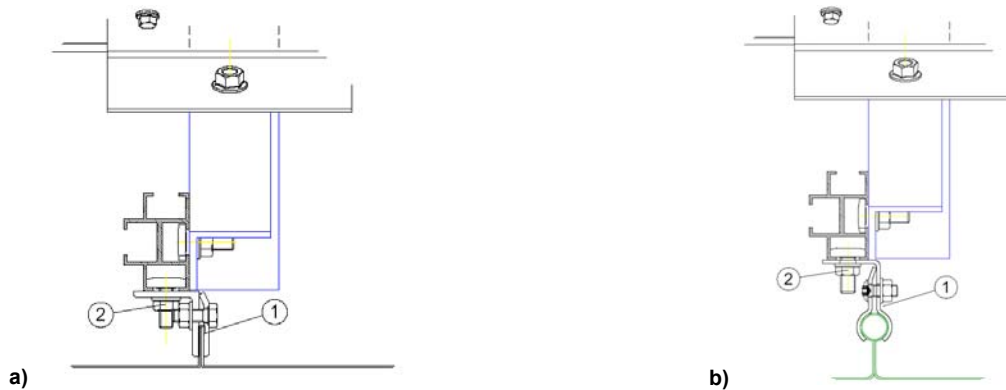


Abb. 27: a) Montage auf Stehfalzblechdach; b) Montage auf Kalzipdach

Trapezblechdächer: Bei der Kollektormontage auf Trapezblechdächern wird das Aufständersystem mit der darunterliegenden Tragkonstruktion des Daches verschraubt.

(Eternitdächer:) Für Eternitdächer und Dächer mit Bitumenwellplatten gibt es spezielle Dachhaken. >Montage auf asbesthaltigen Eternitdächern nur mit Genehmigung der zuständigen Baubehörde !

2.3.4 Dachbelastung – Flachdachmontage ⁶

GRAMMER-Standardkollektoren vom Typ GLK haben inklusive des Flachdachmontagesystems ein Gewicht von max. 90,6 kg (1 St. GLK zu 80 kg und 2 St. Flachdachmontagesätze à 5,3 kg). das sich je nach Kollektoranordnung auf eine mehr oder weniger große Fläche verteilt.

Zur Absicherung gegen horizontale und vertikale Kräfte (Abheben der Solaranlage) sind Verankerungspunkte mit der Dachkonstruktion auszuführen, was z.B. durch Verbindung der Grundschielen (z.B. mittels Stahlseil) an geeignete Punkte der Dachkonstruktion realisiert werden kann (Belastbarkeit der Anlegepunkte beachten).

Zur Absicherung gegen Abheben ist ggf. eine Verankerung mit der Dachkonstruktion, eine Ballastierung oder ein Abspannen mit Seilen notwendig. Bei einer Ballastierung müssen die Gewichte (z.B. Betonsteine) so schwer sein, dass die Anlage bei maximal zu erwartender Windlast noch ausreichende Standfestigkeit besitzt. Falls die Betonsteine direkt auf die Teerpappe des Daches gelegt werden, ist eine Gummiunterlage oder ähnliches zum Schutz der Dachhaut unter den Steinen vorzusehen.

Bei einer erforderlichen Durchstoßung der Dachabdichtung ist eine sorgfältige Abdichtung der Verankerungspunkte unter Berücksichtigung der Flachdachrichtlinien und der DIN 18195 (Abdichtung im Bauwerk) vorzunehmen.

⁶ Wichtiger Hinweis: Nachweis der Dachstatik bauseits!

2.3.5 Schnittstelle Endkollektor-Luftleitsystem

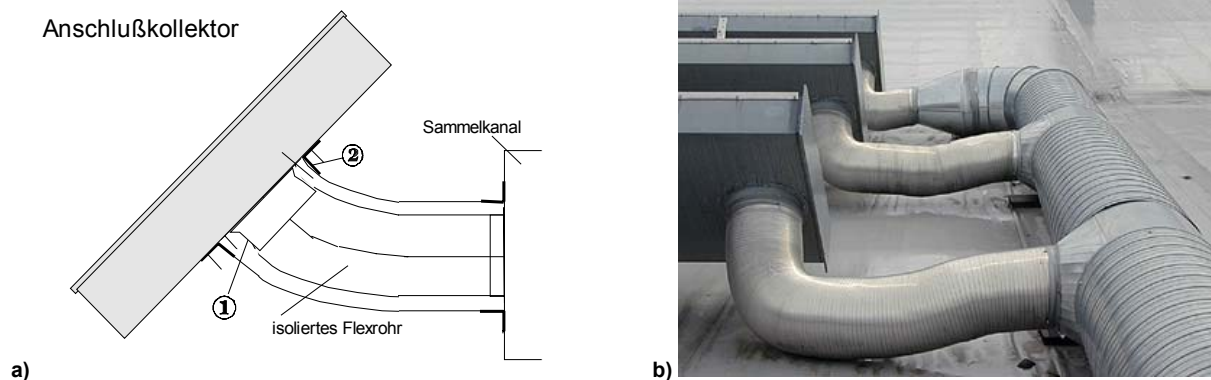


Abb. 28: Ausführung des Kollektoranschlusses bei der Flachdachmontage von GLK-Kollektoren:

1: Einströmdüse am Kollektor vormontiert; 2: Bundkragen zur Abdichtung der Schnittstelle

Der Endkollektor GLK E weist rückseitig einen Luftanschlussstutzen auf, der je nach Anlagentyp als Einströmdüse DN 250, 315 oder 355 mm gepresst mit Radius ausgeführt ist. Über diesen Stutzen erfolgt der Anschluss der Solaranlage an den Luftsammelkanal mittels isoliertem Flexrohr oder isoliertem Wickelfalzrohr. Zum Schutz gegen Eindringen von Regenwasser in die Isolierung ist vor der Montage des Flexrohres bzw. Wickelfalzrohres das Außenrohr mit einem Bundkragen an der Kollektorwanne anzuschrauben und abzudichten.



Abb. 29: Luftkanal-Übergangsstück. Mit diesem Bauteil kann am Kollektor-Ende anstelle eines GLK E ein GLK M eingesetzt werden.

Infos zu verfügbaren Anschlusszubehör und Übergangsstücken finden Sie im Produktkatalog (Siehe Firmen-Login unter www.grammer-solar.de)

3 ZUBEHÖR – BEDIEN- UND EINBAUHINWEISE

3.1 Ventilatoren

JumboSolar 20.0:

Zur Förderung der solar erwärmten Frischluft ist im JUMBO SOLAR Gesamtpaket ein Radial-Rohrventilator vom Typ RR 250 C enthalten. Dieser wird über die mitgelieferten Befestigungsmanschetten in ein Rohrsystem (DN 250) integriert.

Technische Daten – Radial-Rohrventilator:

- Anschluss - DN: 250 mm
- Fördervolumen – freiblasend: 1100 m³/h
- Elektrische Daten: Spannung: 230 V, 50 Hz, Stromaufnahme: 0,81 A,
Leistungsaufnahme: 185 W
- Gewicht: 5,0 kg
- Fördermitteltemperatur: max. 55° C
- Schalldruckpegel in 1m – Gehäuseabstrahlung: 55 dB(A)



Individuelle JumboSolar Anlagen:

Bei größeren JumboSolar Anlagen müssen individuell angepasste Ventilatoren eingesetzt werden, wobei zu beachten ist, dass der Luftvolumenstrom in Abhängigkeit der Kollektorreihenlänge im Bereich von 700 bis 2000 m³/h liegen sollte.

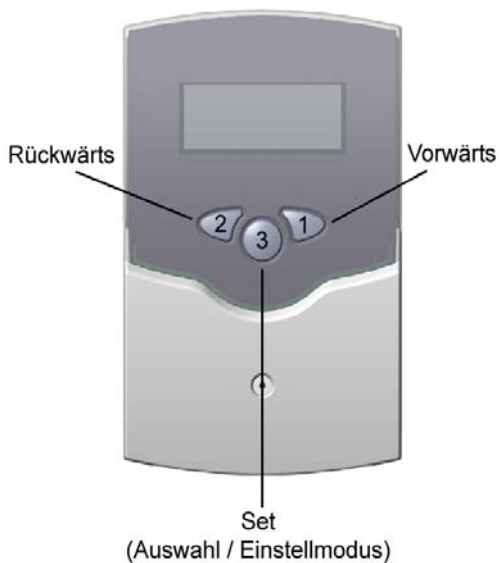
Beachten Sie bitte auch die Planungs- und Installationshinweise zu Ventilatoren. Kapitel 1.8

WICHTIGER HINWEIS:

Bei Verwendung des Standardreglers DeltaSol BS Plus in Verbindung mit ein oder mehreren Ventilatoren mit >1A Nennstrom ist ein separates Schaltrelais (Hilfsschütz Art. Nr. 0110600410) notwendig.

Die Drehzahlregelung des Ventilators über den Solarregler DeltaSol BS Plus kann bei Verwendung eines separaten Schaltrelais (Hilfsschütz) nicht mehr genutzt werden. Die Minimaldrehzahl (nMN) ist am Regler auf 100% einzustellen.

3.2 Solarregler DeltaSol BS Plus



Der Regler wird über die 3 Drucktaster unter dem Display bedient. Taster 1 dient dem Vorwärts-Scrollen durch das Anzeigemenü oder dem Erhöhen von Einstellwerten. Taster 2 wird entsprechend für die umgekehrte Funktion benutzt.

Zur Einstellung nach letztem Anzeigekanal die Taste 1 ca. 3 Sekunden gedrückt halten. Wird im Display ein Einstellwert angezeigt, erscheint in der Anzeige **SET**. Danach kann durch Betätigen der Taste 3 in den Eingabemodus gewechselt werden.

- Kanal mit den Tasten 1 und 2 anwählen
- Taste 3 kurz drücken, die Anzeige **SET** blinkt (**SET**-Modus)
- Mit den Tasten 1 und 2 den Wert einstellen
- Taste 3 kurz drücken, die Anzeige erscheint wieder dauerhaft, der eingestellte Wert ist abgespeichert

Weitere Bedienhinweise entnehmen Sie bitte der Original-Bedienungsanleitung des Reglers.

ZUSATZSYMBOLE IM DISPLAY ZEIGEN DEN AKTUELLEN SYSTEMSTATUS AN:

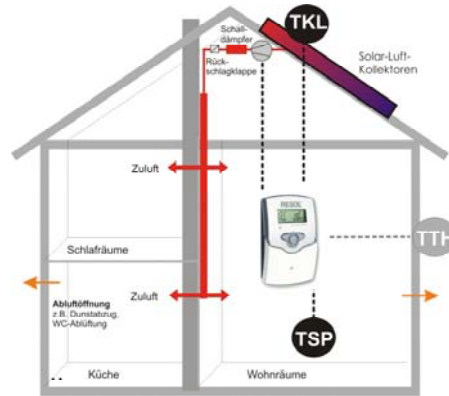
Symbol	normal	blinkend
ⓘ	Relais 1 aktiv	
Ⓜ	Relais 2 aktiv	
☀	Speichermaximalbegrenzung aktiv / Speichermaximaltemperatur überschritten	Kollektorkühlfunktion aktiv Rückkühlfunktion aktiv
❄	Option Frostschutz aktiviert	Kollektorminimalbegrenzung aktiv Frostschutzfunktion aktiv
⚠		Kollektornotabschaltung aktiv oder Speichernotabschaltung
⚠ + 🔧		Sensordefekt
⚠ + ✋		Handbetrieb aktiv
SET		Ein Einstellkanal wird geändert SET-Modus

Abb. 30: Display- Symbole bei DeltaSol BS Plus

3.2.1 Steuerung JumboSolar - Solares Zuluftsystem



a)



b)

Abb. 31: a) Regler DeltaSol BS Plus; b) Systemskizze der Regelung

Funktion

Der Solarregler DeltaSol BS Plus vergleicht die Kollektortemperatur TKL mit der Referenztemperatur TSP und steuert in Abhängigkeit der eingestellten Temperaturen die Anlage. Mit einem optionalen Temperaturfühler S3 (TTH) kann noch ein zusätzlicher Temperaturwert angezeigt werden (z.B. Außentemperatur).

Anzeige- und Einstellwerte

Kanal	Bezeichnung	Einstellwerte (empfohlen)
KOL	Kollektortemperatur Tkl	*
TSP	Speichertemperatur (Raumtemperatur)	*
n %	Drehzahl in %	*
h P	Betriebsstunden	* (kann zurückgesetzt werden)
ZEIT	Aktuelle Uhrzeit	* (kann auf die korrekte Zeit eingestellt werden)
ANL	Anlagentyp	Werkseinstellung (1)
DT E	Einschalttemperaturdifferenz	Werkseinstellung (6 K) (Bei langen Rohrwegen ca. 10K)
DT A	Ausschalttemperaturdifferenz	Werkseinstellung (4 K) (Bei langen Rohrwegen ca. 8K)
DT S	Solltemperaturdifferenz	Werkseinstellung (10 K)
ANS	Anstieg	Werkseinstellung (2 K)
S MX	Speichemaximaltemperatur (max. Raumtemperatur)	≈ 22 °C (ca. 2 °C über Einstellwert Raumthermostat der konventionellen Raumheizung!)
NOT	Kollektorgrenztemperatur (Kollektornotabschaltung)	180 °C
OKX	Option Kollektorkühlung	Werkseinstellung (OFF)
OKN	Option Kollektorminimaltemperatur	Werkseinstellung (OFF)
OKF	Option Frostschutz	Werkseinstellung (OFF)
ORUE	Option Rückkühlung	Werkseinstellung (OFF)
O RK	Option Röhrenkollektor	Werkseinstellung (OFF)
OWMZ	Option Wärmemengenzählung	Werkseinstellung (OFF)
nMN	Minimaldrehzahl Relais 1	50-100 % (100 % bei Ansteuerung von Motorklappen)
HND1	Handbetrieb Relais 1	Werkseinstellung (Auto)
HND2	Handbetrieb Relais 2	Werkseinstellung (Auto)

* Diese Werte sind nur Anzeigewerte und können nicht verstellt werden.

Elektrischer Anschluss

Zur elektrischen Installation beachten sie bitte die dem Regler beiliegende Anleitung!

Montage Raumfühler und Kollektorfühler siehe Kapitel 3.2.3.

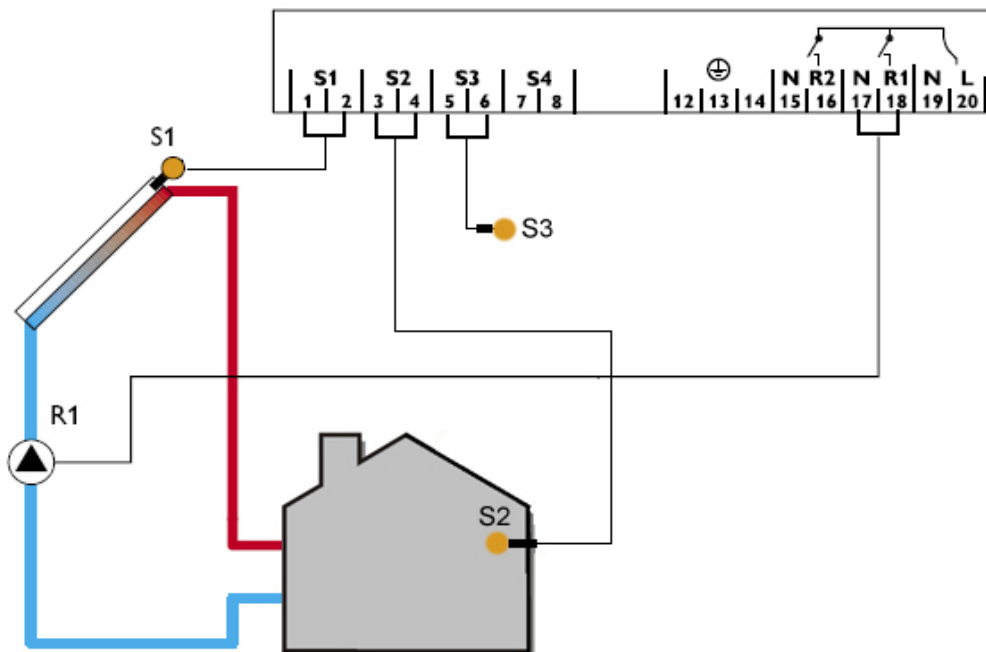


Abb. 32: Elektrischer Anschluss des DeltaSol BS Plus

Ist die Kollektortemperatur KOL (S1) um die am Regler eingestellte Einschalttemperaturdifferenz höher als die Raumtemperatur TSP (S2), schaltet die Anlage auf EIN und der Ventilator (R1) fördert solange erwärmte Luft in die angeschlossenen Räume bis die gewünschte Raumtemperatur erreicht, bzw. die Kollektortemperatur nur noch um die am Regler eingestellte Ausschalttemperatur höher als die Raumtemperatur ist. An Position (S3) kann ein zusätzlicher Messfühler (z. B. für die Außentemperatur) angebracht werden.

Betriebsartenumschaltung

Mit den Einstellkanälen HND1 und HND2 kann zwischen folgenden Betriebsarten umgeschaltet werden:

HND1=OFF: Relais 1 ist ausgeschaltet (manuelle Abschaltung)

HND1=Auto: Automatischer Betrieb für die Relaisausgänge (STANDARDEINSTELLUNG)

HND1=On: Relais 1 ist eingeschaltet (Dauer- bzw. Testbetrieb)

WICHTIGER HINWEIS:

Bei Verwendung des Standardreglers DeltaSol BS Plus in Verbindung mit ein oder mehreren Ventilatoren mit >1A Nennstrom ist ein separates Schaltrelais (Hilfsschütz Art. Nr. 0110600410) notwendig.

3.2.2 Steuerung JumboSolar + SolarBox – Solare Brauchwasserbereitung

Die JumboSolar Anlage heizt und lüftet vorrangig die Räume. Eine SolarBox mit dem integrierte Luft-Wasser-Wärmtauscher ermöglicht eine zusätzliche Anlagennutzung (z.B. Sommerfall) zur Warmwasserbereitung.

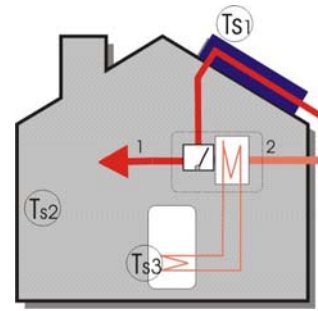


Abb. 33: Schema solare Brauchwasserbereitung

Funktion

Bei Solarangebot ($T_{S1} > T_{S2}$) heizt die Anlage vorrangig solange den Raum auf, bis die gewünschte Raumtemperatur (T_{S2}) erreicht ist.

Nachrangig prüft die Regelung ob Energie für eine Trinkwassererwärmung ($T_{S1} > T_{S3}$) zur Verfügung steht. Die Anlage heizt dann solange den Speicher auf bis die gewünschte Speichertemperatur (T_{S3}) erreicht ist, bzw. die Kollektortemperatur niedriger als die Temperatur im Speicher ist.

Anzeige- und Einstellwerte

Kanal	Bezeichnung	Betrieb mit SolarBox – Einstellwerte (empfohlen)
KOL	Kollektortemperatur (TKL)	*
TSP1	Speichertemperatur 1 (Raumtemperatur)	*
TSP2	Speichertemperatur 2	*
n %	Drehzahl des Ventilators in %	*
h P	Betriebsstunden	*(kann zurückgesetzt werden)
Zeit	Aktuelle Uhrzeit	*(kann auf die korrekte Zeit eingestellt werden)
ANL	Anlagentyp	5 (wichtig!!!)
DT1E	Einschalttemperaturdifferenz 1	Werkseinstellung (6 K)
DT1A	Ausschalttemperaturdifferenz 1	Werkseinstellung (4 K)
DT1S	Solltemperaturdifferenz 1	Werkseinstellung (10 K)
ANS1	Anstieg 1	Werkseinstellung (2 K)
S1MX	Speichermaximaltemperatur 1 (max. Raumtemperatur)	≈ 23 °C (ca. 2 °C über Einstellwert Raumthermostat der konventionellen Raumheizung !!)
DT2E	Einschalttemperaturdifferenz 2	9,5 K
DT2A	Ausschalttemperaturdifferenz 2	7 K
DT2S	Solltemperaturdifferenz 2	Werkseinstellung (10 K)
ANS2	Anstieg 2	Werkseinstellung (2 K)
S2MX	Speichermaximaltemperatur 2	Werkseinstellung (60 °C)
NOT	Kollektorgrenztemperatur	180 °C
OKX	Option Kollektorkühlung	Werkseinstellung (OFF)
OKN	Option Kollektorminimaltemperatur	Werkseinstellung (OFF)
OKF	Option Frostschutz	Werkseinstellung (OFF)
PRI0	Vorrang	Werkseinstellung (1)
tSP	Pendelpausenzeit	Werkseinstellung (2)
tUMW	Pendelladezeit	Werkseinstellung (15)
ORUE	Option Rückkühlung	Werkseinstellung (OFF)
O RK	Option Röhrenkollektor	Werkseinstellung (OFF)
OWMZ	Option Wärmemengenzählung	Werkseinstellung (OFF)
nMN	Minimaldrehzahl Relais 1	50 % (100 % bei Ansteuerung von Motorklappen)
HND1	Handbetrieb Relais 1	Werkseinstellung (Auto)
HND2	Handbetrieb Relais 2	Werkseinstellung (Auto)

* Diese Werte sind nur Anzeigewerte und können nicht verstellt werden.

Klemmschema SolarBox SLK

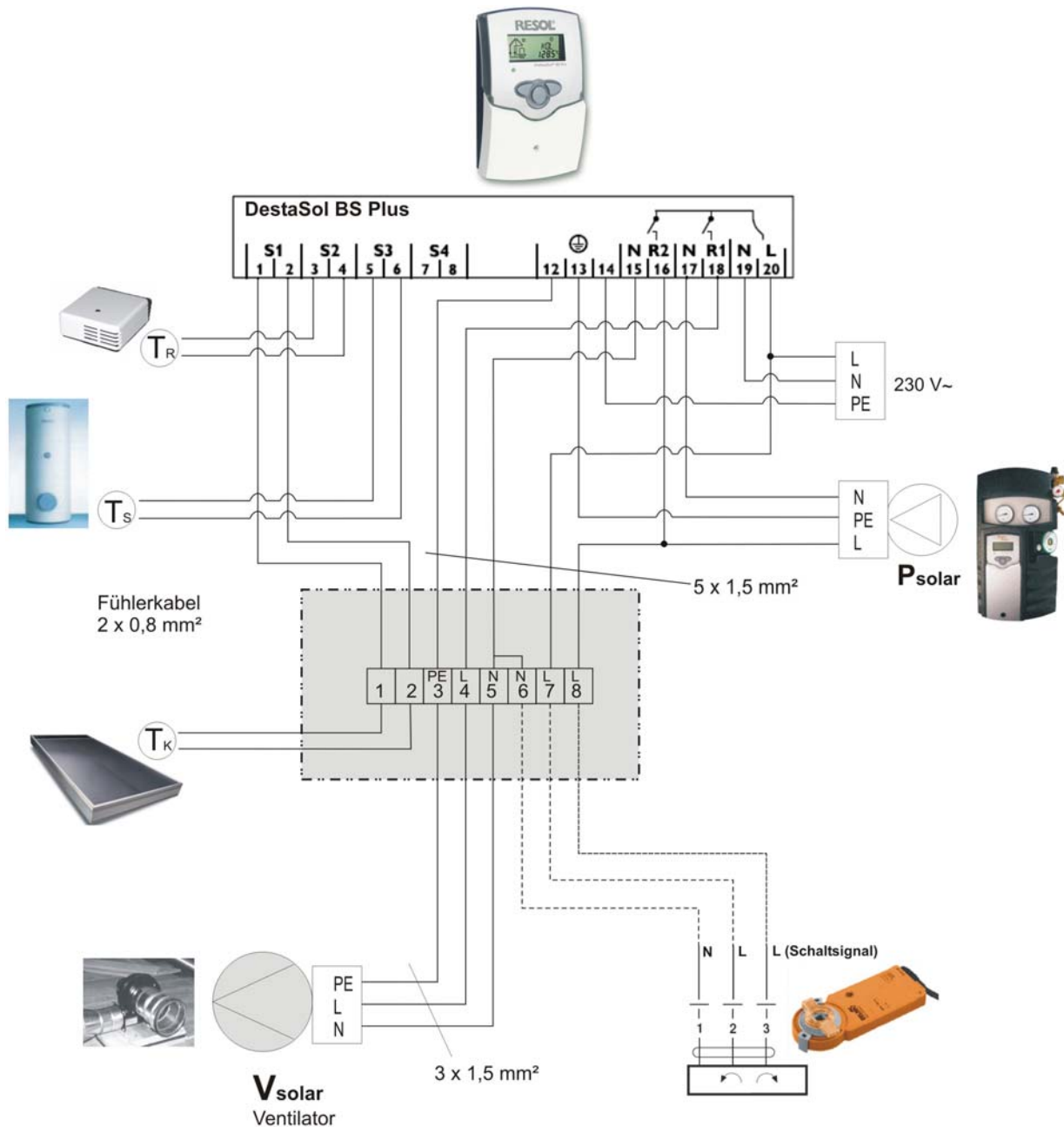


Abb. 34: Klemmschema SolarBox

Bitte beachten Sie auch die Kurzanleitung SolarBox (Lieferumfang SolarBox)

3.2.3 Temperaturfühler

Kollektortemperatur

Der Temperaturfühler für die Kollektortemperatur ist im Endkollektor bereits werkseitig positioniert. Die wärmebrückenfreie Montage und die Wahl temperaturbeständiger Materialien [Fühlerrohr und Fühlerkabel sind für Temperaturen über 130°C ausgelegt (Silikonkabel)] gewährleistet einen langfristig störungsfreien Betrieb der Solaranlage. Der Fühler hat neben der Startfunktion auch eine Betriebsfunktion für die Kollektoranlage.

Raumtemperatur

Bei der Anordnung des Raumtemperaturfühlers sind folgende Kriterien zu beachten:

- nicht in der Nähe von Zuluftelementen anordnen
- direkte Sonnenbestrahlung vermeiden
- nicht im Einflussbereich von Fremdwärmequellen anordnen
- Einflussbereich von Türen und Toren beachten
- beim Wohnungsbau im Wohnbereich: z.B. im Wohnzimmer anordnen
- bei Hallengebäuden: z.B. im Aufenthaltsbereich von Personen anordnen



Abb. 35: Raumtemperaturfühler

Widerstandsfühler / PT 1000 Fühler

Als Standard werden Temperaturfühler vom Typ FKP eingesetzt (PT 1000-Fühler, u.a. höhere Genauigkeit, Verwendung z.B. zusammen mit Datenloggern).

Kontrolle: Der Widerstandswert bei 20 °C muss ca. 1078 Ω betragen.

Regeltechnisch bedingt können auch PTC-Widerstandsfühler vom Typ FKY eingesetzt werden.

Kontrolle: Der Widerstandswert bei 20 °C muss ca. 1923 Ω betragen.

RESOL FKY... und FRY... Kabel: schwarz oder grau		RESOL FKP... und FRP... Kabel: schwarz oder grau mit roter Kennzeichnung	
Temperatur [°C]	Widerstand [Ω]	Temperatur [°C]	Widerstand [Ω]
0	1633	0	1000.0
10	1774	10	1039.0
20	1923	20	1077.9
30	2079	30	1116.7
40	2243	40	1155.4
50	2414	50	1194.0
60	2592	60	1232.4
70	2778	70	1270.7
80	2972	80	1308.9
90	3173	90	1347.0
100	3380	100	1385.0
110	3591	110	1422.9
120	3800	120	1460.6
130	4001	130	1498.2
140	4180	140	1535.8

Abb. 36: Widerstände der Temperaturfühler FKY (links) und FKP bei verschiedenen Temperaturen

Fühlerkabel

Die Fühlerkabel können durch zweipolige Kabel verlängert werden (2 x 0,8 mm² bis 50 m Kabellänge; ab 50 m Kabellänge: 2 x 1,5 mm²). Bei Kabellängen ab ca. 20 m sind abgeschirmte Kabel zu verwenden um Störeinflüsse des Stromnetzes zu vermeiden.

4. FEHLERBEHEBUNG - CHECKLISTE

Fehler	Mögliche Ursache → Fehlerbehebung
Ventilator läuft nicht	Betriebsschalter möglicherweise auf AUS. → Auf EIN, bzw. AUTOMATIK schalten
	Anschlussklemmen auf Kontakt prüfen → evtl. festschrauben
	Lüftungsrohre auf freien Querschnitt prüfen – Rückschlagklappe prüfen
Anlage läuft nicht im Automatikbetrieb	Fühler auf Kontakt und sinnvolle Platzierung überprüfen
	Differenztemperatureinstellung prüfen → evtl. zu groß
	Maximaltemperatureinstellung prüfen → evtl. ist der Wert zu niedrig eingestellt, so dass kein Heizbetrieb möglich ist
Anlage läuft dauernd und ungeregelt	Anlage auf Handbetrieb gestellt → Auf AUTOMATIK- Betrieb stellen
Ventilator ist zu laut	Ventilatormontage überprüfen, ob schwingungsgedämpft ausgeführt
	Zuluftventile zu stark gedrosselt → Pfeifgeräusche → Ventile entsprechend öffnen
	ggfs. Schalldämpfer nachrüsten
Bei Anlagen mit Motor- klappe: Motorklappe funktioniert nicht	1-Draht Steuerung! Klemmenbelegung N, L1 und L2 am Motor und Klemmenbelegung am Regler beachten
	Verstellbare mechanische Anschläge am Motor prüfen
Schwankende Temperaturanzeige	Bei sehr langen Fühlerleitungen, die neben spannungsführenden Leitungen verlegt werden, kann es zu Störeinflüssen kommen → abgeschirmte Kabel verwenden oder andere Kabelverlegung wählen
Zu geringe Leistung	Filter auf Verschmutzung prüfen → Filter mindestens 1 bis 2 mal jährlich wechseln
	Rohrsystem verstopft → Auf freien Querschnitt prüfen
	Wärmeverluste im Rohrsystem zu hoch – ausreichend dämmen

5 SICHERHEITSHINWEISE

Wetter

Montagearbeiten (Eigenmontage oder durch Fachbetrieb) sollten, wenn möglich, nicht bei schlechter Witterung ausgeführt werden.

Besonders bei dachintegrierten Anlagen sollte auf Niederschlagsfreiheit geachtet werden, um das Eindringen von Feuchtigkeit in das Gebäude zu vermeiden. Bei aufkommendem starkem Wind sollte zu Ihrer eigenen Sicherheit die Montage unterbrochen werden.

Zudem ist bei sehr heißen Tagen mit starker Sonneneinstrahlung auch auf die Verbrennungsgefahr durch eventuell heiße Metallteile zu achten. Es können unter ungünstigen Bedingungen (besonders am Absorber) Temperaturen bis zu 150°C entstehen.



Leitern

Anlegeleitern müssen im Winkel von 65 bis 75° an sichere Stützpunkte angelehnt werden und die Austrittsstelle um mindestens 1 m überragen.

Außerdem sind sie gegen Ausgleiten, Umfallen, Umkanten, Abrutschen und Einsinken abzusichern. Als Aufstiege dürfen Leitern nur bis zu einem zu überbrückenden Höhenunterschied von 5 m eingesetzt werden. Bei größeren Höhen sind Gerüste aufzustellen.

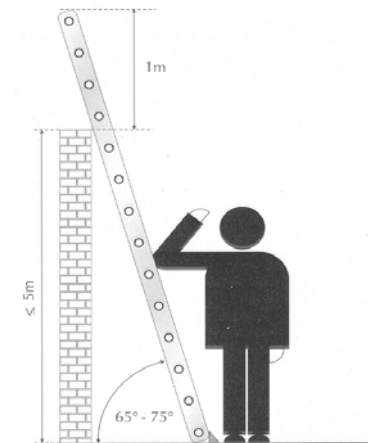


Abb. 37: Anwendungshinweise für die Benutzung von Leitern

Schutz vor herabfallenden Gegenständen

Die im Bereich unterhalb der Dacharbeiten verlaufenden Verkehrswege und Arbeitsplätze müssen gegen herabfallende, umstürzende, abgleitende oder abrollende Gegenstände geschützt werden.

Die Bereiche, in denen Personen gefährdet werden können, sind zu kennzeichnen und abzusperren.

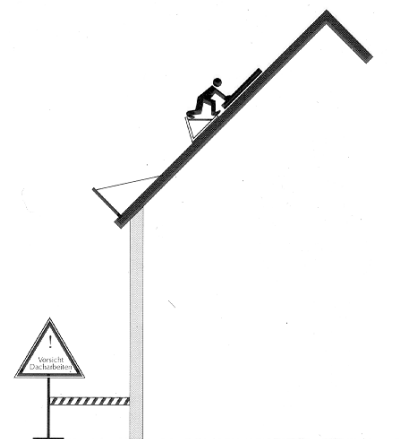


Abb. 38: Hinweisschilder bei Dacharbeiten

Absturzsicherung, Auffangeinrichtung

Dachschutzwand

Bei Dacharbeiten ab einer Höhe von 3 m und Dachneigungen von mehr als 20° sind Absturzsicherungen erforderlich (VBG, 37, § 8).

Eine Möglichkeit der Absturzsicherung für Arbeiten auf geneigten Dächern bis 60° sind Dachschutzwände. Der senkrechte Abstand zwischen Arbeitsplatz und der Auffangvorrichtung darf höchstens 5 m betragen. Schutzwände müssen die zu sichernden Arbeitsplätze um mind. 2 m überragen (u.a. auch Hinweise der Berufsgenossenschaften beachten).

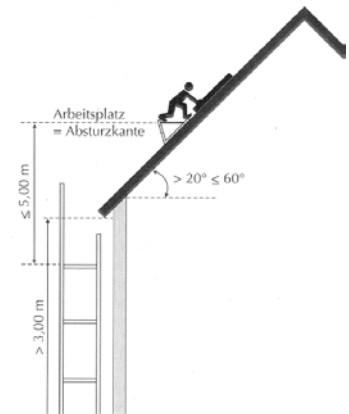


Abb. 39: Schema für die Anordnung eines Gerüsts als Absturzsicherung mit zu beachtenden Maßen

Auffanggerüst

Eine weitere Möglichkeit für Absturzsicherungen sind Dachfanggerüste. Bei der Montage derartiger Gerüste ist darauf zu achten, dass der senkrechte Abstand zwischen Arbeitsplatz und der Auffangvorrichtung höchstens 5 m betragen darf.

Auffangnetze sollten nur von Fachleuten montiert werden, die sich dabei selbst wirkungsvoll gegen Absturz sichern können. Bei Eigenmontage sind die Montagehinweise des Herstellers genau zu beachten. Weiterhin ist zu beachten, dass bei mehr als 45° Dachneigung besondere Arbeitsplätze auf dem Dach zu schaffen sind: z.B. Dachdeckerstühle, Dachdeckerauflageleitern, Lattungen.



Abb. 40: a) Schema für die Anordnung eines Auffangnetzes

b) Montiertes Auffangnetz

c) Zu beachtende Maße

Sicherheitsgeschirr

Wenn Dachfanggerüst oder Dachschutzwand unzureichend sind, können als Absturzsicherung auch Sicherheitsgeschirre eingesetzt werden.

Den Sicherheitsdachhaken möglichst oberhalb des Benutzers an tragfähigen Bauteilen anschlagen. Keine Leiterhaken benutzen!

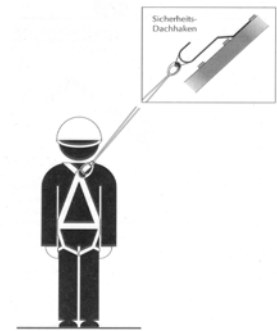


Abb. 41: Sicherheitsgeschirr

Regeln der Technik

Die Montage muss den bauseitigen Bedingungen, den örtlichen Vorschriften und nicht zuletzt den Regeln der Technik entsprechen; eventuell erforderliche Genehmigungen sind einzuholen.

Hier sind insbesondere zu nennen:

Montage auf Dächern:

- DIN 1055-3 (-4,-5): Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten, Schneelast und Eislast, Windlasten
- DIN 18338: Dachdeckungs- und Dachdichtungsarbeiten
- DIN 18339: Klempnerarbeiten
- DIN 18451: Gerüstarbeiten

Thermische Solaranlagen:

- RAL-GZ-966: Gütezeichen Solarenergieanlagen
- EN 12975, EN 12976, EN 12977 und DIN EN 12828

Raumluftechnik, Luftführung:

- DIN 1946: Raumluftechnik, mehrere Normen
- DIN EN 13779: Lüftung von Nichtwohngebäuden - Allgemeine Grundlagen und Anforderungen an Lüftungs- und Klimaanlage

Elektrischer Anschluss:

- VDE 0100: Errichtung elektrischer Betriebsmittel
- VDE 0185: Allgemeines für das Errichten von Blitzschutzanlagen
- VDE 0190: Hauptpotentialausgleich von elektrischen Anlagen
- DIN 18382: Elektrische Kabel- und Leitungsanlagen in Gebäuden
- Der Ventilator darf nur bei angeschlossenem Luftrohrsystem in Betrieb genommen werden. Es darf auf keinen Fall in den bewegten Ventilator gegriffen werden.

6 WARTUNGSHINWEISE

Der GRAMMER-Luftkollektor selbst hat keine mechanisch bewegten Teile und ist diesbezüglich wartungsfrei. Die bewegten Teile in einem Solar-Luft-System sind Ventilatoren, Absperr- und Regelklappen. Diese bewegten Teile müssen von Zeit zu Zeit auf ihre Funktionsfähigkeit geprüft werden.

Ebenso sollte gelegentlich der Regler auf plausible Anzeigewerte und auf richtige Schaltfunktion geprüft werden. Diese anlagenspezifischen Komponenten und Einstellungen werden bei der Inbetriebnahme überprüft. Der Nutzer der Anlage wird dabei in die Funktion und die Kontroll- und Prüfmöglichkeiten eingewiesen.

Luft kennt keinen Phasenwechsel (Gefrieren oder Sieden), so dass diesbezüglich keine Sicherheitsmaßnahmen notwendig sind. Allerdings lässt sich nach längeren Stillstandszeiten und tieferen Außentemperaturen ein gelegentlicher Kondensatbeschlag an der Innenseite der Abdeckscheibe nicht ausschließen. Dieser wird aber bereits kurz nach dem Anfahren der Anlage von selbst entfernt.

6.1 Reinigung der Kollektoren

Erfahrungsgemäß ist die Selbstreinigung durch stärkere Regengüsse ausreichend. In stark belasteten Gegenden oder bei starkem Blütenstaubanfall mit längeren Trockenzeiten kann es lohnend sein, die Glas-scheibenoberfläche mit Leitungswasser und Schwamm oder Autowaschbürste zu reinigen.

6.2 Reinigung des Rohrsystems

Durch genaue Einhaltung der Intervalle für den Filterwechsel wird eine Verschmutzung des Rohrsystems weitestgehend vermieden.

Sollte eine Reinigung dennoch nötig werden so kann dies durch geeignete Bürsten und Auswaschen der betreffenden Rohrstränge erfolgen. Dazu sind entweder Revisionsöffnungen vorhanden oder die entsprechenden Rohrstücke bzw. Stränge müssen demontiert werden.

6.3 Reinigung der Luftauslassgitter und Ventile

Wenn Verschmutzungen an den Luftauslässen sichtbar werden, müssen diese gereinigt werden. Dazu sollten die entsprechenden Teile demontiert werden und mit einer Seifenlauge abgewaschen werden. Um Beschädigungen der Oberfläche zu vermeiden, ist bei lackierten Gittern oder Kunststoffoberflächen unbedingt auf eine sanfte Reinigungsmethode zu achten.

6.4 Filterwechsel

GRAMMER-Luftkollektoren sind durch Vorschaltung von Luftfiltern zumindest von der Güteklasse G 4 gegen innere Verschmutzung zu schützen.

Im Filterkollektor GLK F ist bereits ein entsprechender Luftfilter integriert. Ansonsten ist eine Filterbox vorzuschalten.

Jährlich sollte zumindest einmalig ein Filterwechsel durchgeführt werden, z.B. vor Beginn der Heizperiode (im September). Häufigere Intervalle ergeben sich je nach DIN-Vorgabe oder je nach Verschmutzungsgrad des Filters.

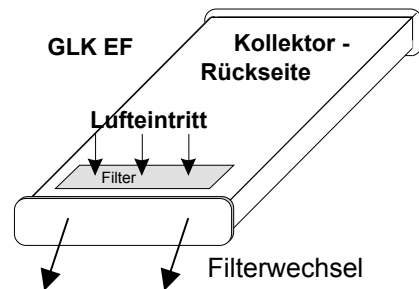


Abb. 42: Filterkollektor GLK F

WICHTIG: Filterwechsel mindestens einmal jährlich

Bei unzureichenden Filterwechseln ist eine Verschmutzung der Kollektoranlage, bzw. eine Reduzierung der Kollektorleistung die Folge!

Filterwechsel im Kollektor:

Bei kollektorintegrierten Außenluftfiltern (GLK F) ist zum Filterwechsel der Enddeckel des Filterkollektors abzunehmen. Dies geschieht durch Lösen der geschraubten Halteklammern. Danach wird die Filterkassette herausgezogen und die alte Filtermatte gegen eine neue ausgetauscht. Das lose eingelegte Stützgitter ist zu reinigen und wieder zu verwenden. Das Einschieben der Filterkassette wird durch Anlegen eines 950 mm Blechwinkels an die Absorberkanten erleichtert.

Filterwechsel bei externer Filterbox:

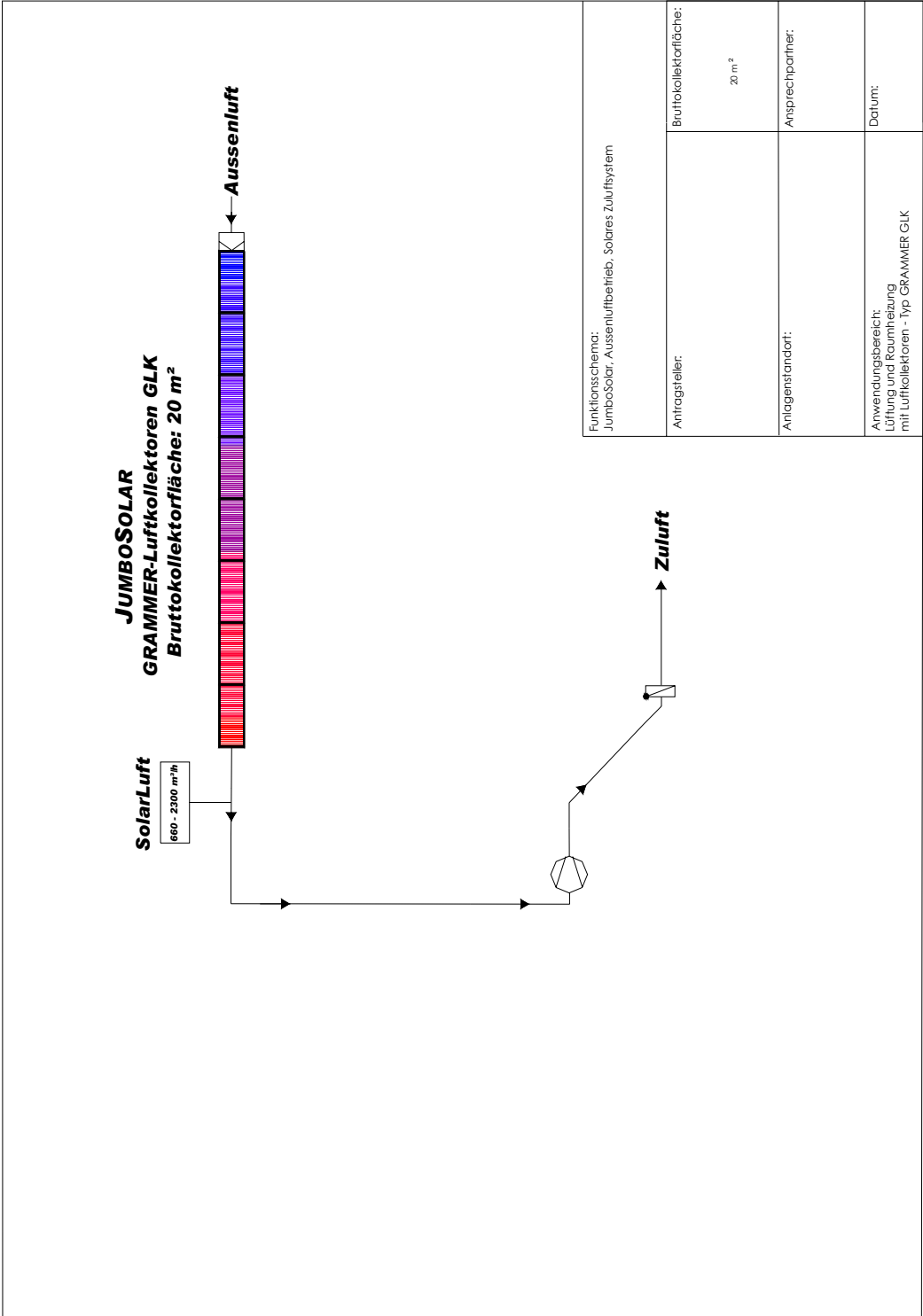
Der Filterwechsel in der externen Filterbox erfolgt durch Öffnen der Schnappverschlüsse und auswechseln des Filtermediums.

6.5 Befestigungskontrolle der Kollektoren und Gestelle

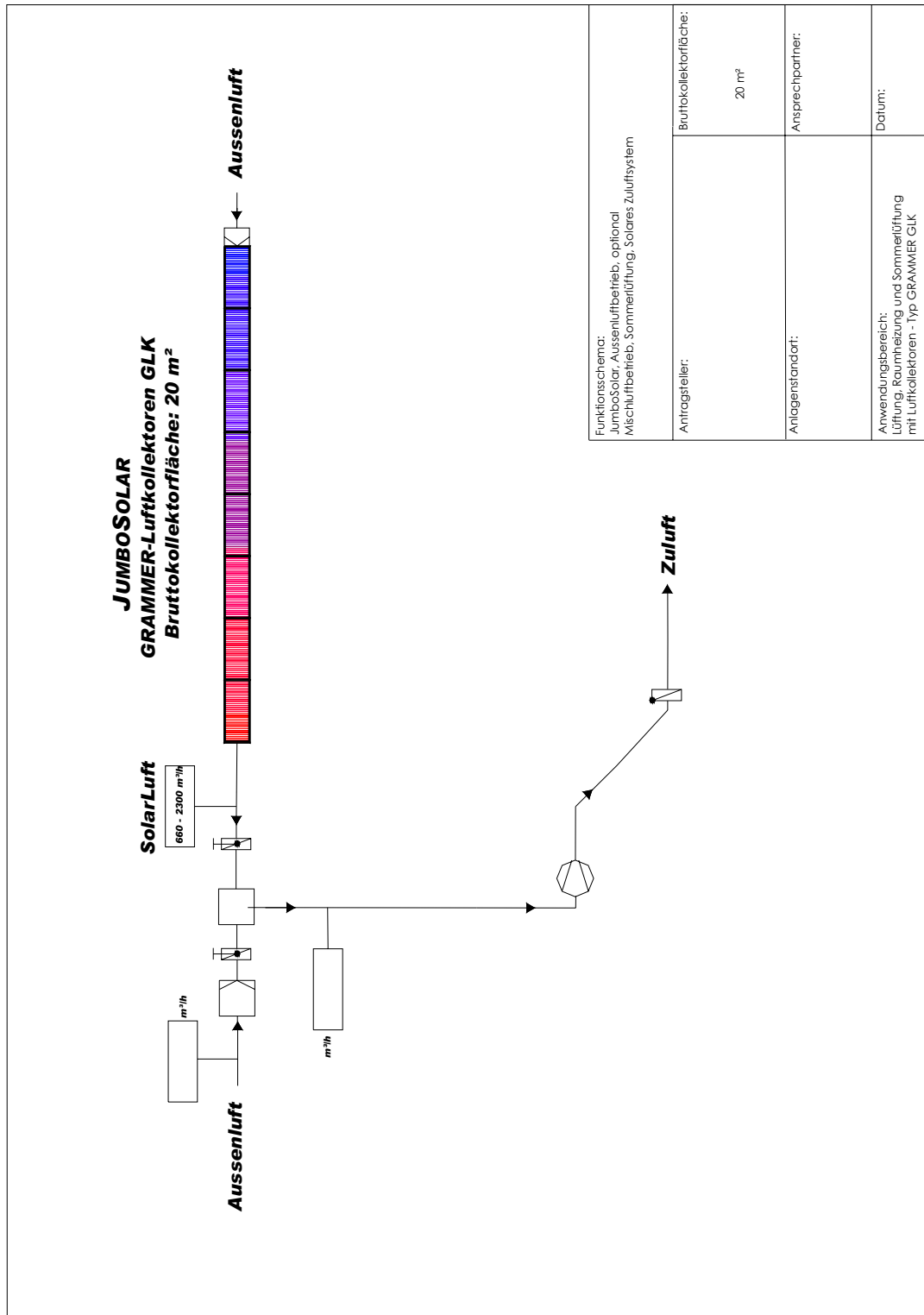
Installierte Solaranlage sind Bewegungen durch Wind und Sturm ausgesetzt. Trotz ordnungsgemäßer Montage und Sicherung der Solaranlage ist deshalb durch regelmäßige Kontrollbegehungen, insbesondere nach starken Stürmen, zumindest aber alle 2 Jahre, sicherzustellen, dass alle Schraubverbindungen an der Luftkollektoranlage (Kollektorverbindungen, Aufständungen) festgezogen sind.

7. FUNKTIONSSCHEMATA - JUMBOSOLAR

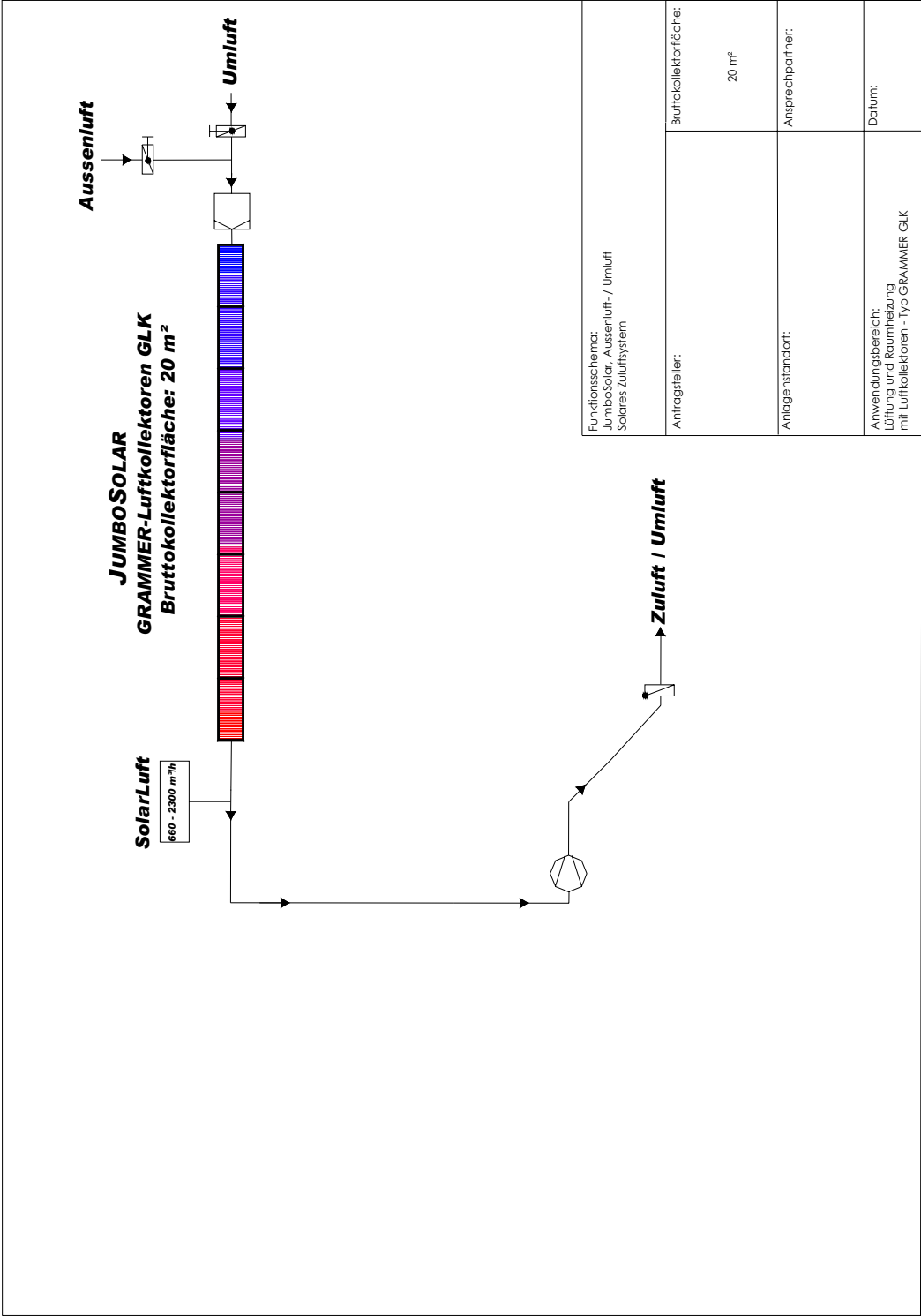
JumboSolar, Außenluftbetrieb, Solares Zuluftsystem



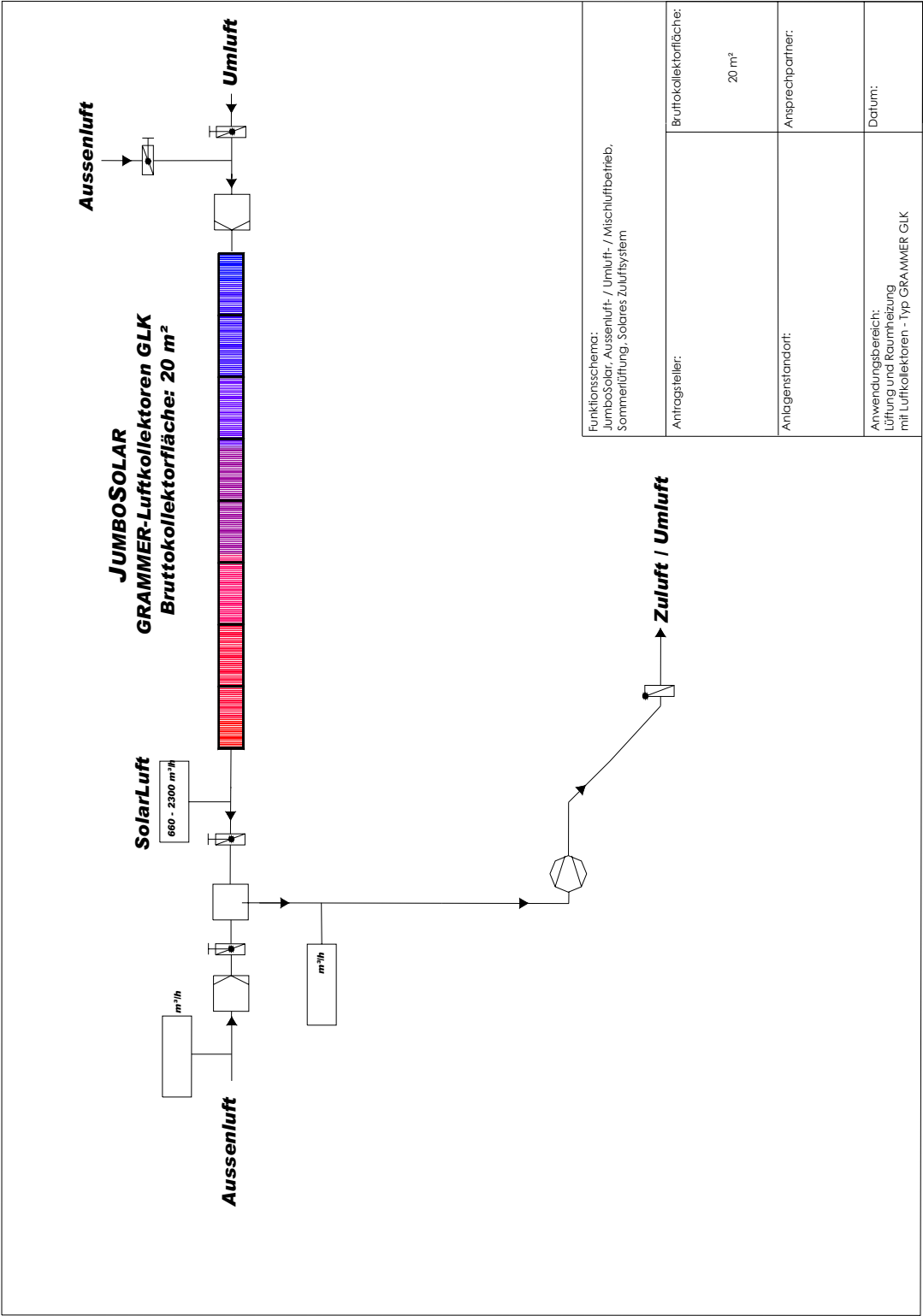
JUMBO SOLAR, Außenluft-, Mischluftbetrieb, Sommerlüftung, Solares Zuluftsystem



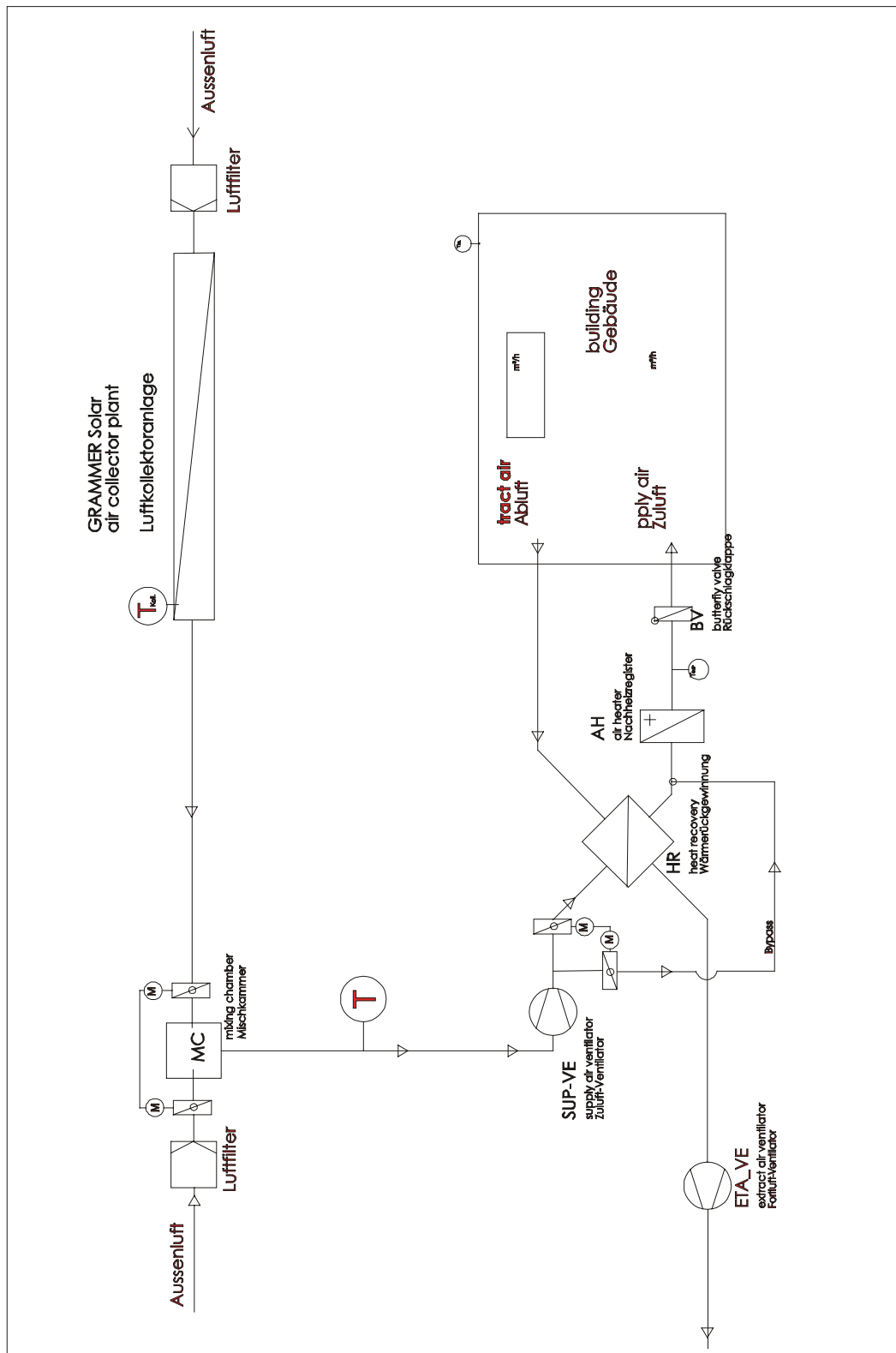
JUMBO SOLAR, Außenluft-, Umluftbetrieb, Solares Zuluftsystem



JUMBO SOLAR, Außenluft-, Umluft-, Mischluftbetrieb, Sommerlüftung, Solares Zuluftsystem



JUMBOSOLAR, Aussenluftvorerwärmung einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung



Datenblatt Herstellerangaben zum Kollektor (Auszug)			
Angaben zum Typ und zum Prüfinstitut			
Kollektortyp/-bezeichnung	GLK M: Grammer-Luft-Kollektor - Mittelkollektor		
Bauart	Luftkollektor		
Hersteller	GRAMMER Solar GmbH		
Prüfinstitut	ARSENAL RESEARCH, A- Wien		
Prüfung nach NORM	für Luftkollektoren derzeit keine Norm existent		
Prüfbericht	IEA-TASK 19 SOLAR AIR SYSTEMS		
Leistungskennwerte (alle Angaben bezogen auf Aperturfläche)			
Merkmal	Formel- zeichen	Einheit	Typische Werte / Beispiele (bezogen auf Aperturfläche)
Konversionsfaktor bei Temperaturdifferenz ($t_m - t_a$) = 0	η_0	-	0,82
linearer Kollektorwirkungsgradfaktor	a_1	W/(m² x K)	4,2
quadratischer Kollektorwirkungsgradfaktor	a_2	W/(m² x K²)	0,034
Einstrahlungswinkelkorrekturfaktor	$K_0(50^\circ)$	-	0,96
empfohlener Bereich Durchströmung		m³/(h x m²)	30 bis 100
Gehäuse			
Abmessungen (L x B x H)		jeweils mm	2500 x 1003 x 175
Werkstoff			Stahlblech, verzinkt
Gesamtmasse Kollektor (gefüllt)		kg	75
Absorber			
Absorberwerkstoff, Werkstoffdicke Verbindungstechnik zum Rohrregister			Aluminium, t = 0,6mm kein Rohrregister
Werkstoff Wärmeträgerkanäle			Aluminium (Absorber = Luftkanal)
Wärmeträgerinhalt	V_A	l	228 l (Luftkanal)
Transparente Abdeckung			
Werkstoff, Dicke, eventuelle Beschichtung			ESG, 4mm, -
Wärmedämmung			
Art, Werkstoff			Dämmplatten, Mineralwolle
Wärmeleitfähigkeit	λ	W/(m x K)	0,040
Dicke			60mm (Rückseite) bzw. 20mm (seitlich)
Bezugsflächen			
Bruttofläche	A_G	m²	2,51
Aperturfläche	A_a	m²	2,30
Grenzdaten für den Betrieb			
Stillstandstemperatur		°C	150°C
zulässiger Betriebsdruck		bar _ü	Betrieb im Unterdruck
zulässiger Wärmeträger			Luft
Einbauweise			
Arten	Aufdach, Indach, Freiaufstellung, Fassadenmontage- vorgehängt oder integriert		

**IMMER
AUF DER
SONNENSEITE**

GRAMMER SOLAR GMBH
OSKAR-VON-MILLER-STRASSE 8
92224 AMBERG
GERMANY

TEL. : +49 (0)9621 / 308 57 0
FAX : +49 (0)9621 / 308 57 10
INFO@GRAMMER-SOLAR.DE
WWW.GRAMMER-SOLAR.DE

